



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE PLANTA EXTERNA DE FIBRA
ÓPTICA GPON PARA PROVEER SERVICIOS DE VOZ, VIDEO Y DATOS
APLICADO A LA CIUDAD DE ALAUSÍ PARA LA CNT EMPRESA
PÚBLICA RIOBAMBA”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES

**AUTORES: JIMENA CECILIA VILLACRÉS VALVERDE
ANA GABRIELA MURIEL BONILLA**

TUTOR: DR. GEOVANNY VALLEJO

RIOBAMBA –ECUADOR

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE PLANTA EXTERNA DE FIBRA ÓPTICA GPON PARA PROVEER SERVICIOS DE VOZ, VIDEO Y DATOS APLICADO A LA CIUDAD DE ALAUSÍ PARA LA CNT EMPRESA PÚBLICA RIOBAMBA, de responsabilidad de las señoritas Jimena Cecilia Villacrés Valverde y Ana Gabriela Muriel Bonilla, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Miguel Tasambay Ph.D DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Franklin Moreno. DIRECTOR: ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES
Dr. Geovanny Vallejo DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
Ing. Edwin Altamirano MIEMBRO DEL TRIBUNAL.
Ing. Andrés Morocho MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

Nosotras, Jimena Cecilia Villacrés Valverde y Ana Gabriela Muriel Bonilla somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del presente trabajo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

JIMENA CECILIA VILLACRÉS VALVERDE

ANA GABRIELA MURIEL BONILLA

DEDICATORIA

La elaboración de este trabajo se lo dedico a mi madre por su apoyo, comprensión, ayuda en los momentos difíciles, por ser una mujer fuerte y ejemplar. A mi hijo quien ha sido mi felicidad, motivación y fortaleza para poder alcanzar cada uno de mis objetivos. A Silvia y Erika por ser el ejemplo de hermanas mayores por estar siempre presentes y apoyándome para poderme realizar. Y finalmente a mi esposo por su paciencia y por ser mi fuente de apoyo para seguir adelante en los momentos difíciles de mi vida.

Jimena

El presente trabajo de titulación se la dedico a Dios quién supo mostrarme el buen camino, brindarme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar los obstáculos sin decaer en el intento. A mi familia, para mis padres por todo su apoyo, consejos, comprensión, amor, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han brindado todo para ser la persona que soy, mis principios, valores y mi perseverancia para conseguir mis objetivos y cumplir mis metas. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome en este largo camino, los quiero mucho. A todos mis amigos, ya que ellos me han ayudado a que mi vida politécnica sea más divertida, porque hemos compartido muchos momentos que siempre llevare en mi corazón.

Ana

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A Zoila mi madre que con su esfuerzo y valentía supo hacer de mí una mujer de bien. A mi hijo Gabriel por ser mi inspiración y fuerza para seguir adelante. A mi hermanas por su comprensión y cariño. Un agradecimiento especial a Magno por su apoyo para culminar esta etapa de mi vida. Al Dr. Geovanny Vallejo, por su ayuda para culminar con éxito mis estudios. A las Ingenieras Verónica Quisnancela y Elsy Vizuite que forman parte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones por su apoyo y ayuda incondicional en el desarrollo de este proyecto. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a sus docentes que con sus conocimientos me dieron la oportunidad de formarme profesionalmente.

Jimena

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ya que ha contribuido activamente en mi formación académica durante este camino que he recorrido en los últimos años de manera especial a los miembros de mi alma mater quiénes han dejado fluir toda su sabia del conocimiento en mí para poder llegar a feliz término de este objetivo tan anhelado en mi existencia. A mis profesores ejemplo de enseñanza, dedicación y perseverancia quienes han sabido dejar una huella de conocimiento en mí. A la CNT EP., sus funcionarios y colaboradores quienes abrieron las puertas para realizar las prácticas profesionales a través de la aplicación de conocimientos teóricos en el campo práctico casos reales que se emplearán en la vida cotidiana. Finalmente agradezco a aquellos amigos que han estado en momentos difíciles de flaqueza durante mis estudios.

Ana

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
ABREVIATURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
SUMARY	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1 MARCO TEORICO	5
1.1 Redes FTTX.....	5
1.2 Tecnología de Redes FTTx	5
1.2.1 FTTN (Fiber to the Node).....	6
1.2.2 FTTC (Fiber to the Curb).....	6
1.2.3 FTTB (Fiber to the Building).....	6
1.2.4 FTTH (Fiber to the Home).....	6
1.3 Características de las Redes de Acceso FTTx.....	7
1.4 Redes Convergentes	7
1.4.1 Definición	8
1.5 Servicios Triple-Play	8
1.5.1 Servicios de Telecomunicaciones que componen el paquete Triple-Play.....	8
1.6 Fibra óptica como medio guiado.....	10
1.6.1 Tipos de Fibra Óptica de acuerdo al número de nodos	11
1.6.2 Características de la Fibra Óptica.....	12
1.7 Redes PON (Passive Optical Network).....	13
1.7.1 Elementos de una red PON.....	14
1.8 Estándar GPON (Gigabit-Capable PON).	14
1.8.1 Recomendaciones UIT G.984.x	15
1.9 Red GPON	17
1.9.1 Trama Downstream.....	18
1.9.2 Trama Upstream.....	19
1.9.3 Descripción de la infraestructura GPON.....	19
1.9.4 OLT (Optical Line Terminal)	20
1.9.5 La ODN (Red de distribución óptica)	21
1.9.6 Elementos de una red ODN	22

1.9.7	<i>La ONT (Optical Network Terminal)</i>	30
1.9.8	<i>Servicios Provistos</i>	30
1.10	OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo)	32
1.10.1	<i>Sucesos en el OTDR</i>	33
1.11	Modelos de red GPON implementar en CNT EP.	36
1.11.1	<i>Modelo Masivos/Casas con Armario (FDH)</i>	36
CAPITULO II		
2	MARCO METODOLÓGICO	38
2.1	Estudio de Mercado	38
2.1.1	<i>Empresas ofertantes de los servicios de voz, internet y televisión por cable, en la ciudad de Riobamba</i>	38
2.1.2	<i>Análisis de Mercado</i>	41
2.1.3	<i>Tamaño de mercado</i>	42
2.1.4	CÁLCULO DE LA MUESTRA	43
2.1.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
2.1.6	<i>Estimación de la demanda insatisfecha</i>	50
2.1.7	<i>Proyección de la Demanda</i>	51
2.2	MEMORIA TÉCNICA	53
2.2.1	<i>Estudio y diseño de la red de acceso de planta externa GPON en la zona urbana del cantón Alausí</i> 53	
2.2.2	<i>Diseño georreferenciado</i>	54
2.2.3	<i>Zona de cobertura y demanda</i>	55
2.2.4	<i>Planta externa</i>	56
2.2.5	<i>Consideraciones de diseño</i>	56
2.2.6	<i>Componentes de la Red</i>	56
2.3	DESCRIPCIÓN DE LA RED	57
2.3.1	<i>Red de fibra óptica FEEDER</i>	57
2.3.2	<i>Red de Distribución</i>	59
2.3.3	<i>Recorrido de la Red de Dispersión</i>	61
2.3.4	<i>Red de canalización</i>	61
2.4	ESQUEMA DEL DISEÑO DE RED DE PLANTA EXTERNA GPON DISTRITO DOS	62
CAPITULO III		
3.1	ENCUESTA ESTUDIO TECNOLOGÍA GPON	63
3.2	PRESUPUESTO ÓPTICO	65
3.2.1	<i>Modelo establecido para modelo casas (más de 96 clientes) splitter conectorizados</i> 65	
3.2.2	<i>Calculo Presupuesto Óptico para distancia máxima del Distrito 2</i>	65

3.2.3	<i>Calculo Presupuesto Óptico para distancia mínima del Distrito 2.....</i>	66
3.3	VOLUMEN DE OBRA.....	66
3.3.1	<i>Red FEEDER.....</i>	67
3.3.2	<i>Red de Distribución.....</i>	68
3.3.3	<i>Costo-Beneficio Distrito dos del Proyecto</i>	69
3.3.4	<i>Diseño Red de Acceso de planta externa GPON para la ciudad de Alausí.....</i>	70
3.3.5	<i>Cronograma de Trabajo.....</i>	72
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	75
	BIBLIOGRAFIA.....	77
	ANEXOS.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Características de las redes de acceso FTTx.....	7
Tabla 2-1	Tasas de transmisión GPON	18
Tabla 3-1	Valores de Umbral en equipos OLT y ONT	22
Tabla 4-1	Valores de Atenuación y Normas	26
Tabla 5-1	Atenuación y Normas de Splitters	28
Tabla 6-1	Planilla para presupuestos ópticos CNT E.P.....	37
Tabla 1-2	Planes y tarifas de internet CNT	39
Tabla 2-2	Planes y tarifas de telefonía residencial CNT	39
Tabla 3-2	Planes y tarifas de TV CNT	40
Tabla 4-2	Planes y tarifas de Internet FASTNET	40
Tabla 5-2	Planes y tarifas de Internet PUNTONET	41
Tabla 6-2	Planes y tarifas de Internet TELCONET	41
Tabla 7-2	Tasa de crecimiento Poblacional Intercensal.....	42
Tabla 8-2	Población por área de residencia.....	42
Tabla 9-2	Resultados pregunta 1 opción a.	44
Tabla 10-2	Resultados pregunta 1 opción b.	44
Tabla 11-2	Resultados pregunta 1 opción c.	45
Tabla 12-2	Resultados pregunta 2.....	46
Tabla 13-2	Resultados pregunta 3.....	47
Tabla 14-2	Resultados pregunta 4.....	47
Tabla 15-2	Resultados pregunta 5.....	48
Tabla 16-2	Resultados pregunta 6.....	49
Tabla 17-2	Población estimada del sector.....	51
Tabla 18-2	Demanda Proyectada del servicio Triple Play	52
Tabla 19-2	Demanda Proyectada del servicio FTTH.....	55
Tabla 20-2	Planta Externa servicio FTTH	56
Tabla 21-2	Componentes de la red.....	56
Tabla 1-3	Presupuesto óptico distancia máxima del Distrito dos.....	65
Tabla 2-3	Presupuesto óptico distancia mínima del Distrito dos	66
Tabla 3-3	Volumen de obra Red Feeder	67
Tabla 4-3	Volumen de obra Red de Distribución.....	68
Tabla 5-3	Ingresos Mensual	69
Tabla 6-3	Beneficios primer año.....	69
Tabla 7-3	Cronograma de Trabajo	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Tecnología de Redes FTTx	5
Figura 2-1	Elementos de una red PON	14
Figura 3-1	Canal descendente (Downstream).....	18
Figura 4-1	Canal ascendente (Upstream).....	19
Figura 5-1	Modelo de la Infraestructura GPON	20
Figura 6-1	OLT (Equipo Óptico Terminal)	21
Figura 7-1	Distribuidor o Repartidor ODF	23
Figura 8-1	Caja de Distribución Óptica NAP	24
Figura 9-1	Caja de Distribución Principal FDB y FDF	25
Figura 10-1	Mangas de Empalme	26
Figura 11-1	Splitters	27
Figura 12-1	Herrajes Tipo A y B	29
Figura 13-1	Roseta Óptica	30
Figura 14-1	Diagrama de puertos de la ONT.....	31
Figura 15-1	OTDR.....	33
Figura 16-1	Traza entre dos puntos.....	33
Figura 17-1	Ruptura de una Fibra.....	34
Figura 18-1	Reflexión por conexión	34
Figura 19-1	Pérdida de Empalme por Fusión	35
Figura 20-1	Ganancia por Empalme por fusión.....	35
Figura 21-1	Fisura en la fibra.....	36
Figura 22-1	Modelo Masivo/Casas con Armario.....	36
Figura 1-2	Población por área de residencia	43
Figura 2-2	Hogares que cuentan con servicio de Internet.....	44
Figura 3-2	Hogares que cuentan con servicio de Telefonía.....	45
Figura 4-2	Hogares que cuentan con servicio de TV pagada.....	45
Figura 5-2	Abonados que realizan video llamadas	46
Figura 6-2	Grado de calidad de servicio brindados por CNT	47
Figura 7-2	Tecnología utilizada para conexión a internet.....	48
Figura 8-2	Costos cualitativo mensuales por el servicio utilizado.....	49
Figura 9-2	Porcentaje de aceptación el servicio Triple Play.....	50
Figura 10-2	Gráfica del crecimiento de la demanda proyectada.....	52
Figura 1-3	Diseño Red Feeder	70
Figura 2-3	Diseño Red de Distribución	70
Figura 3-3	Diseño Red de Dispersión	71
Figura 4-3	Diseño Red de Canalización	71

ABREVIATURAS

FTTH	Fiber To The Home (Fibra al Hogar)
PON	Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva)
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva Gigabit)
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
IPTV	Internet Protocol Television
ODF	Optical Distribution Frame (Distribuidor de Fibra Óptica)
ODN	Optical Distribution Network.
OLT	Optical Line Terminal (Equipo Terminal óptico)
ONT	Optical Network Terminal (Equipo de Cliente)
NAP	Network Access Point (Caja de Distribución Óptica)
FDB	Fiber Distribution Building (Caja de distribución Principal)
FDF	Fiber Distribution Floor (Caja de distribución Secundaria, caja de piso)
DROP	Fiber Drop (Fibra de Acometida)
SPLITTERS	Divisor Óptico Pasivo
FEEDER	Fiber Feeder (Cable de Fibra Óptica Troncal).
FDH	Fiber Distribution Home's
OTDR	Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo

RESUMEN

La presente investigación propone: el estudio y diseño de la red de acceso de planta externa GPON en la ciudad de Alausí. Por medio de una encuesta a la población se evaluó el nivel de aceptación del diseño de la red de acceso GPON, que permita una mejor calidad de servicios. Por ser una red de acceso se tomó como base la infraestructura actual que cuenta la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, como canalización y postes de distribución. Los criterios de diseño e implementación se fundamentan en: recomendaciones y estándares aprobadas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y cumpliendo con normas exigidas de la empresa. Los tipos de cable de fibra óptica, a ser empleadas en el diseño es la G.652D para la red feeder y red de distribución y la G.657A1 (Drop) para la Red de Dispersión, se ubicó el equipo Terminal de línea Óptica (OLT) en la central Alausí Centro, equipo que atenderá la demanda existente de 1257 usuarios y proyectada de 1350 usuarios de la ciudad. Como resultados de la investigación desarrollada se expone el cálculo del presupuesto óptico para la distancia máxima y mínima de enlace que es de 23,15 dB y 22,92 dB respectivamente. Se realizó un análisis económico del diseño de la Red Feeder y Red de Distribución con un costo de \$ 42.505,66, también se detalla el costo-beneficio del proyecto, inversión que será recuperada por la empresa CNT E.P en un tiempo de 6 meses. El diseño propuesto en la documentación alcanza tasas nominales de velocidad downstream de 2.4 Gbits y 1,2 Gbits upstream. Se recomienda a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, que este diseño sea considerado en lo que corresponde a la posterior implementación de la Red GPON en la ciudad de Alausí.

Palabras Claves: <RED ÓPTICA PASIVA EN GIGABITS [GPON]> <CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES [CNT] > <VELOCIDAD DOWNSTREAM > <VELOCIDAD UPSTREAM > < TERMINAL DE LÍNEA ÓPTICA (OLT)> < DIVISOR ÓPTICO [SPLITTERS] > <RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA [ODN]> < CABLE DE FIBRATRONCAL[FEEDER]> <UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES [UIT]>

SUMMARY

This research is intended to study and design an access network to the GPON (Gigabytes Passive Optic) technology external plant in Alausí, to improve the National Telecommunication Corporation (NTC) services there. It accounts for a real need of Alausí population in regarding the results of a survey applied to locals which was addressed to assess the population's acceptance of the GPON access network. The GPON access network design and implementation criteria lay not only on the International Telecommunication Union (UIT) standards and recommendations but also on the National Legislation for Telecommunication Corporation and the its institutional norms. The fiber optic cable type to be used for the feeder network and for the distribution network design is the G.652D and for the dispersion network design is the G.657A1 (Drop). The optic line terminal (OLT) was set in the Alausí central station, which will supply an existent service demand of 1257 local users as well as a service projected demand of 1350 local users. The study results also embrace the presupposed optic calculus for the linkage minimal and maximum distance which accounts for 23, 15 dB and 22, 92 dB respectively. On the other hand, the economic cost analysis for both the feeder network and for the distribution network design was carried out accounting for \$ 42505, 66 in this section the project cost-benefit analysis was also detailed, which reveals that the investment can be recovered by CNT in a term of 6 months. This study proposal design reaches the nominal downstream speed taxes of 2, 4 Gigabytes and upstream speed taxes of 1,2 Gigabytes. Therefore, it is advisable that National Telecommunication Corporation (NTC) considers the GPON access network design of this study for a forward implementation in Alausí city.

Research Key Words: <GIGABYTES PASSIVE OPTIC NETWORK [GPON]>
<NATIONAL TELECOMMUNICATION CORPORATION [NTC] > < DOWNSTREAM SPEED> <UPSTREAM SPEED > < OPTIC LINE TERNIMAL (OLT)> < OPTIC DIVISOR [SPLITTERS] > <OPTICAL DISTRIBUTION NETWORK [ODN]> < MAIN FEBER OPTIC CABLE LINE [FEEDER] > <INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION [UIT]>

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la necesidad que tienen las personas de una mejor calidad de transmisión y recepción de información en un menor tiempo posible y de una mayor cantidad de servicios a través de un mismo medio a provocando que las redes actuales no soporten las velocidades existentes que requieren este tipo de servicios, por lo que la Tecnología y las Telecomunicaciones han ido evolucionando a la par.

La tecnología actual de red por cobre no soporta servicios Triple Play (convergencia de los servicios de Telefonía, Voz y Datos) ya que ofrece velocidades en Mbps desde 512 Kbps hasta 4 Mbps y un ancho de banda limitado es por eso que al aumentar la distancia entre el enrutador y el terminal disminuye la velocidad. Depende del medio de transmisión que se va a utilizar para poder brindar una convergencia de servicios.

El medio de transmisión que utilizan las redes de acceso hoy en día es la fibra Óptica por su gran ancho de banda, integridad de datos, larga duración y alta seguridad, haciendo uso de este medio la Tecnología GPON (Gigabit-passive Optical Network) permitiendo llegar con fibra óptica directamente hasta el usuario final como hogares, oficinas y edificios, brindando servicios Triple Play a nivel comercial y residencial con velocidades superiores al Gbps.

Uno de los atractivos que tiene esta tecnología es la velocidad de navegación que ofrece, cubre mayores distancias desde la central de CNT EP hasta el usuario, evita congelamiento de imágenes y tiempos de espera para recibir la información, por lo que el presente trabajo comprenderá el estudio y diseño de una red de planta externa GPON para proveer el servicio de Voz, Video y Datos aplicado a la ciudad de Alausí.

Hasta el momento la empresa pública CNT EP Riobamba dispone en Alausí de 1200 clientes aproximadamente, entre masivos y corporativos, la ciudad tiene de un índice elevado de mercado y presenta una mayor demanda de altas velocidades de transmisión, siendo estos factores necesarios para que a corto tiempo la empresa proceda a implementar esta nueva tecnología basándose en el estudio que se detallara posteriormente y diseño como resultado.

Antecedentes

En la Actualidad en las Telecomunicaciones la evolución de la tecnología (GPON) ha provocado que los diferentes servicios básicos de comunicación (televisión, telefonía e internet) se unifiquen y sean brindados simultáneamente a los usuarios a través de un mismo medio de transmisión como es la fibra óptica, permitiendo utilizar una sola infraestructura de acceso optimizando recursos. Esta convergencia de servicios se denomina Triple Play.

El estándar GPON resulta de la mejora en varias de las características y recomendaciones de redes basadas en la tecnología PON. Básicamente una red PON (Passive Optical Network) es una tecnología de acceso mediante la implementación de una red de fibra óptica con elementos pasivos (divisores ópticos o Splitters), es decir, que no requieren de alimentación externa para su funcionamiento al distribuir la información a través de la red.

El propósito de tales componentes es que permite reducir considerablemente los costos y todos los componentes activos existentes entre la central y el cliente, es una red punto – multipunto y son utilizados en las redes FTTH.

El interés de este tipo de redes, nace a finales de los años 90's, con la reducción del precio de la fibra óptica y la necesidad de brindar mayores y mejores prestaciones a los usuarios residenciales, para esto se consideraron dos tipos de soluciones tecnológicas: las redes PON y AON (Active Optical Network) las primeras, redes de bajo consumo de potencia y las segundas con equipos eléctricamente activos para la distribución de la señal y por tal más costosas.

Dentro de la estructura que comprende las redes PON están varios elementos que como se verá más adelante, forman parte del objetivo de este trabajo en las redes GPON. Así los elementos esenciales de la red PON son: Red Óptica de Acceso(OAN), Red de distribución Óptica (ODN), Terminación de Línea (OLT), Splitter, Unidad de Red Óptica (ONU). Estos dispositivos conforman la arquitectura para el soporte ATM de la red PON.

Justificación

El presente proyecto surge de la necesidad que tiene la empresa CNT E.P de adaptar los servicios de telecomunicaciones tradicionales para que formen parte de una red convergente pasiva que ofrezca mejores beneficios tecnológicos para los usuarios y mayores beneficios económicos para el proveedor.

El proyecto se basa en diseñar una red de planta externa GPON a través de la aplicación de métodos, políticas y normas que manejan los organismos de regulación y control de telecomunicaciones para enlaces con fibra óptica en el país, permitiendo llegar con este medio hasta el usuario final y así poder brindar todos los servicios demandados por los clientes (telefonía, internet y televisión) a empresas de diferente tamaño y a usuarios residenciales, con un ancho de banda que lo requiera, con la calidad de servicio y un precio atractivo.

La contribución está enfocado en la investigación de cuáles serían las características y requerimientos que definan el estudio y diseño de la red de acceso de planta externa de fibra óptica GPON, así como también las ventajas y desventajas que presentara la implementación de esta tecnología al tener mayores velocidades de transmisión de datos voz y video.

Como lugar de desarrollo de la investigación se eligió a la ciudad de Alausí porque presenta un elevado índice de crecimiento en el sector comercial, educativo, de vivienda y gubernamental habiendo un alto potencial de clientes residenciales y de centros corporativos, basándose en las necesidades de la población, disponer de una mejor calidad y confiabilidad en sus comunicaciones, dando a la empresa una proyección tentativa de los datos necesarios, para la implementación futura del proyecto.

Objetivo General

Realizar el Estudio y Diseño de una red de planta externa de Fibra Óptica GPON para proveer servicios de voz, video y datos aplicados a la ciudad de Alausí para la CNT Empresa Pública Riobamba.

Objetivos Específicos

- Investigar la tecnología GPON para determinar su arquitectura y funcionamiento de soporte multiservicios a una mejor velocidad.
- Realizar el estudio de mercado para obtener la demanda de servicio triplepack (TV, Voz y Datos) en la ciudad Alausí para brindar un mejor servicio a sus abonados.
- Analizar y determinar los requerimientos técnicos básicos necesarios para la implementación de Tecnología de redes de acceso de planta externa GPON en la Ciudad Alausí.
- Diseñar la red de acceso y distribución de planta externa GPON en la Ciudad de Alausí, adecuando los servicios de telecomunicaciones tradicionales vigentes (Voz y Datos) para que formen parte de una nueva red convergente pasiva que ofrezca mejores beneficios tecnológicos para los usuarios en voz, video y datos y mayores beneficios económicos para el proveedor.

CAPITULO I

1 MARCO TEORICO

1.1 Redes FTTX

La tecnología de telecomunicaciones FTTx (del inglés Fiber to the x) es un término genérico para designar arquitecturas de redes de alto desempeño basadas en la transmisión de fibra óptica para proveer conectividad a cualquier acceso de banda ancha a hogares, unidades múltiples y empresas o negocios que sustituya total o parcialmente el cobre del bucle de acceso.

FTTx comprende un conjunto de tecnologías basadas en el transporte de señales digitales como medio de transporte. Existen diferentes niveles de alcance en función de su grado de acercamiento de la Fibra Óptica al usuario final.

El acrónimo FTTx se origina como generalización de las distintas configuraciones (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH), diferenciándose por la última letra que denota los distintos destinos de la fibra (nodo, acera, edificio, hogar). Los principales modelos de arquitecturas actualmente aplicadas, definen dónde se implementa el terminal de recepción óptica.

1.2 Tecnología de Redes FTTx

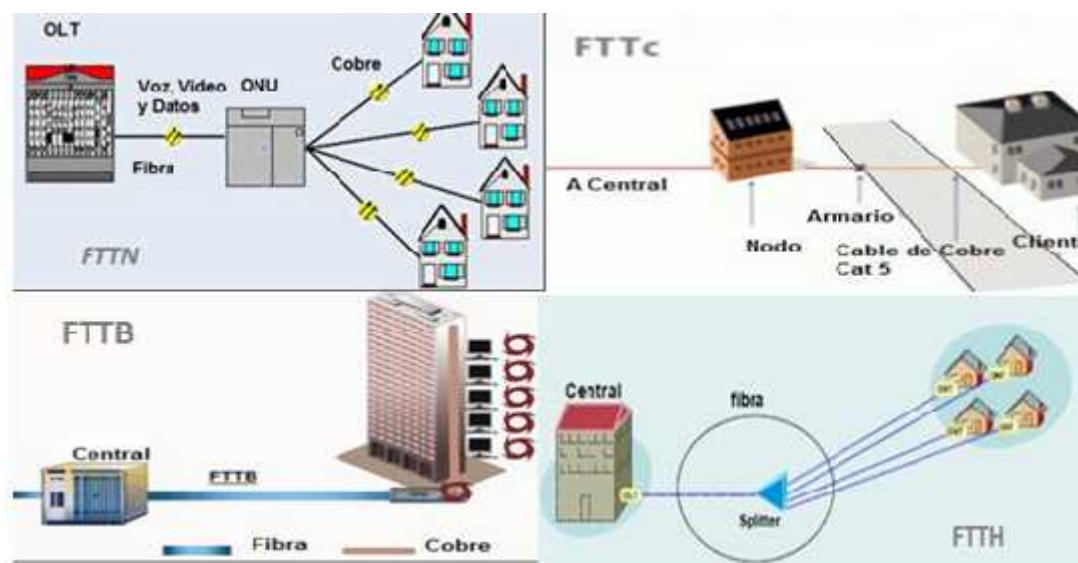


Figura 1-1 Tecnología de Redes FTTx

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

1.2.1 FTTN (*Fiber to the Node*)

FTTN o fibra hasta el nodo, son redes con uso parcial de fibras, esta usa una red de cobre desde el gabinete hasta la casa del cliente, como se muestra en la figura 1-1. El área servida por el gabinete es por lo general menos de 1500m de radio y puede contener varios cientos de clientes, permite el suministro de servicios de banda ancha como internet de alta velocidad.

1.2.2 FTTC (*Fiber to the Curb*)

FTTC es un método de servicios de banda ancha de alta velocidad para negocios y hogares, acortando la distancia que viaja la conexión de la línea de cobre. Esto se logra mediante la instalación de "DSLAM de la calle" que actúan como un cambio pequeño cerca de la casa o negocio.

La conexión entre estos DSLAM Street y la central telefónica es de fibra (por lo tanto de fibra hasta el gabinete). El resto de la distancia entre el DSLAM calle y las instalaciones del cliente es el cobre, pero la distancia es lo suficientemente corto como para usar la tecnología VDSL (Very-high-bitrate de línea de abonado digital), que tiene una velocidad máxima de carga teórica de 10 Mbps y una velocidad de descarga de 40Mbps, como se observa en la figura 1-1.

1.2.3 FTTB (*Fiber to the Building*)

La fibra hasta el edificio, es una arquitectura de red de transmisión óptica, en la cual la fibra normalmente termina en el interior del edificio (comercial o residencial) de los abonados. Desde este punto de distribución intermedio, se accede a los abonados finales del edificio a través de una red metálica de cableado estructurado de este modo el tendido de fibra puede hacerse de forma progresiva, en menos tiempo y con menor coste, reutilizando la infraestructura del abonado, como se puede apreciar en la figura 1-1.

1.2.4 FTTH (*Fiber to the Home*)

Conocida como fibra hasta el hogar, enmarcada dentro de las tecnologías FTTx, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios de los abonados.

La tecnología FTTH propone la utilización de fibra óptica hasta el domicilio del usuario. La red de acceso entre el abonado y el último nodo de distribución puede realizarse con una o dos fibras ópticas dedicadas a cada usuario (una conexión punto-punto que resulta en una topología en estrella) o una red óptica pasiva (del inglés Passive Optical Network, PON) que usa una estructura arborescente con una fibra en el lado de la red y varias fibras en el lado usuario, como se muestra en la figura 1-1.

1.3 Características de las Redes de Acceso FTTx

Tabla 1-1 Características de las redes de acceso FTTx

Denominación	Alcance	Características
FTTN	Fiber To The Node (Fibra hasta el Nodo)	- Fibra Óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 1,5 – 3 Km. -200 – 500 hogares por fibra. -Servicios de 30 Mbps.
FTTC	Fiber To The Curb (Fibra hasta la cerca)	-Fibra Óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 300 – 600 m. -10 – 100 hogares por fibra. -Servicios de 50 Mbps.
FTTB	Fiber To The Building (Fibra hasta el edificio)	-Fibra Óptica desde la central hasta el cuarto de telecomunicaciones del edificio sin incluir tendido hasta el hogar. -30 hogares por fibra. -Servicios de 100 Mbps.
FTTH	Fiber To The Home (fibra hasta el hogar)	-Fibra Óptica desde la central hasta el PTR de los hogares. -1 hogar por fibra. -Servicios de más de 100 Mbps.

Fuente: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>
Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

1.4 Redes Convergentes

El teléfono tradicional, la radio, la televisión y las redes de datos informáticos tienen su propia versión individual de los cuatro elementos básicos de la red. En el pasado, cada uno de estos servicios requería una tecnología diferente para emitir su señal de comunicación particular. Además, cada servicio tiene su propio conjunto de reglas y estándares para garantizar la comunicación exitosa de su señal a través de un medio específico.

1.4.1 Definición

Es una plataforma que permite la integración de las redes dispersas como son Voz, Video y Datos, el flujo de estas redes que viajan a través de la misma red elimina la necesidad de crear y mantener redes separadas. En una red convergente todavía hay muchos puntos de contacto y muchos dispositivos especializados (computadoras personales, teléfonos, televisores) pero una sola infraestructura de red común.

La convergencia de los diferentes tipos de redes de comunicación en una plataforma representa la primera fase en la creación de la red inteligente de información, en la actualidad nos encontramos en esta fase de evolución de la red.

1.5 Servicios Triple-Play

El empaquetamiento de servicios y contenido audiovisuales (voz, internet y televisión) en Telecomunicaciones se denomina Triple Play. Es la comercialización de los servicios telefónicos de voz junto al acceso de banda ancha, añadiendo además los servicios audiovisuales (canales de TV). Es el futuro cercano para el desarrollo integral de comunicación entre hogares.

Posibilita un servicio más personalizado al usuario debido a que el cliente dispone de los servicios y contenidos que él desea utilizar en el momento idóneo. La mejora en la calidad de los servicios, llegando hasta los hogares la calidad digital. Nuevas posibilidades en telefonía y un abaratamiento del acceso a internet.

1.5.1 Servicios de Telecomunicaciones que componen el paquete Triple-Play

La integración de los servicios que conforman el paquete Triple Play es posible gracias a la digitalización de las señales, al hablar de digitalización nos estamos refiriendo a que la Voz, el Video y los Datos son convertidos en paquetes que pueden ser fácilmente identificados por los equipos de transmisión y Recepción (Módems), en los cuales cada paquete cuenta con la prioridad y la calidad de servicio de transmisión que la señal requiere, evitando la pérdida parcial o total del mismo.

Voz

El servicio de telefonía fija realiza el transporte de voz en tiempo real entre dos terminales, estando ambos terminales o al menos el terminal de origen, conectados a una red conmutada de telecomunicaciones en una ubicación fija. Dicha red de telecomunicaciones es la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada).

Aunque pueden concebirse usos privados de la telefonía fija, lo habitual es ligarla con el servicio telefónico fijo disponible al público. Voz sobre Protocolo de Internet, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP.

Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional como las redes PSTN. El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo las redes LAN (Redes de Área Local).

Acceso a Internet

Es una de las redes más grandes de telecomunicaciones a nivel mundial a la cual están conectadas millones de redes en todo el mundo, usa el protocolo de comunicaciones TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet) que permite establecer conectividad entre cualquier tipo de computadores, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

Para ofrecer el acceso a internet inicialmente se usaron las líneas telefónicas analógicas para la transmisión de datos, pero una de las principales limitaciones era la capacidad que estas ofrecían, por lo que fue necesario crear técnicas de transmisión con cuales se mejoró la capacidad de las líneas telefónicas (Tecnologías xDSL). Actualmente debido a la creciente demanda se trata de cambiar el medio de transmisión por uno que no presente estas limitaciones, como es la fibra óptica.

Video

Televisión por Cable, surge por la necesidad de llevar señales de televisión de diversa índole, hasta el domicilio de los abonados, sin necesidad de que éstos deban disponer de diferentes equipos receptores, reproductores y sobre todo de antenas.

Inicialmente se lo concibió mediante una red de cable coaxial donde se lo transmitía de forma analógica, posteriormente gracias a la digitalización de las señales y a la implementación de redes con fibra óptica se busca mejorar la calidad con el video de alta definición.

A futuro se planifica brindar el servicio HDTV con un estándar de tasa de compresión de datos de 20 Mbps por canal de alta definición y un promedio de 3 TV por hogar. Ancho de banda previsto: 60 Mbps

VOD (Video bajo demanda), es un sistema que permite al usuario acceder a contenidos audiovisuales con la misma calidad o superior que el resto de canales de televisión y controlar su modo de reproducción (pausa, rebobinado, avance, etc.), como si se tratase de un DVD doméstico.

El VOD es un servicio que está disponible tecnológicamente desde hace años, pero que requiere de un ancho de banda muy elevado. Este canal es totalmente dedicado y personalizado, es decir, los nodos de acceso no pueden aprovechar de técnicas de multicast para minimizar el ancho de banda necesario por la red para satisfacer la petición del abonado. Este servicio es, de hecho, utilizado en muchos hoteles para ofrecer no sólo vídeo, también música, juegos, etc.

1.6 Fibra óptica como medio guiado

La fibra óptica es una guía de ondas donde la información se transmite en forma de pulsos de luz. En un extremo de la fibra se coloca un diodo luminosos (LED) o bien un láser que puede emitir luz y en el otro extremo o receptor se sitúa un detector de luz (fotodiodo), cuya característica es que emite un pulso eléctrico cuando es impactado por la luz. Los fotodiodos responden hasta fracción de nanosegundos, lo cual permite velocidades en la fibra de varios gigabits por segundo.

1.6.1 Tipos de Fibra Óptica de acuerdo al número de nodos

Se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases:

Fibra Multimodo

Varios modos electromagnéticos son transmitidos por la palabra fibra multimodo por esta razón, el valor de la apertura numérica es superior a 2,405. Son el más comúnmente utilizado en redes locales por su bajo costo. Los diámetros más comunes 62,5 / 125 y 100/140 micras. Distancias de transmisión de estas fibras es de aproximadamente 2,4 km y se utilizan a diferentes velocidades.

Fibra Monomodo

Se denomina cable de fibra óptica monomodo al viaje que realiza el único modo electromagnético por medio de la línea, es decir los rayos se propagan paralelamente al eje de la fibra óptica generándose de esta manera un rendimiento óptimo con un ancho de banda no superior a los 50 GHz.

Para ser considerado monomodo es imprescindible que el valor de la apertura numérica sea inferior a 2.450. Estas fibras requieren el uso de transmisores de láser para la inyección de luz, que proporciona alto ancho de banda y baja atenuación con la distancia, por lo que se utilizan en redes metropolitanas y de área amplia. Son más caros de producir y el equipo es más sofisticado.

De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones en el sector de normalización, así existen fibras de acuerdo con la norma G.652 (Estándar), G.653 (Dispersión Desplazada), G.654 (Mínima Atenuación), G.655 (Dispersión Desplazada no nula) y G.657 (Insensible a curvaturas).

Fibra óptica normalizada, que es factible de usarse en 1300nm y 1550nm, esta fibra está optimizada para el cero de dispersión en 1300nm. Es el cable más popular en redes de telecomunicaciones, adecuada en aplicaciones de redes metropolitanas, de acceso, cableados estructurados y CATV.

Subcategorías de la Recomendación G.652

G.652.A: Contiene los atributos y valores recomendados necesarios para soportar sistemas de hasta STM-16, así como 10 Gbps hasta 40 km (Ethernet) y STM-256.

G.652.B: Contiene los atributos y valores recomendados que son necesarios para soportar aplicaciones de mayor velocidad binaria, hasta STM-64, y STM-256.

G.652.C: Semejante a G.652.A, pero permite transmisiones en partes de una gama de longitudes de onda ampliada desde 1360 nm a 1530 nm.

G.652.D: Semejante G.652.B, pero permite transmisiones en partes de una gama de longitudes de onda ampliada desde 1360 nm a 1530 nm.

Las fibras que cumplen con la norma G.655 presentan mejores condiciones de trabajo en redes que demandan gran ancho de banda y grandes distancias lo que se deriva en un mayor costo de despliegue de la fibra, en comparación con las fibras que cumplen la norma G.652.

La recomendación G.652 describe 4 subcategorías, de ellas la más utilizada es la G.652D, conocida también como ZWP (Zero Water Peak) o pico de aguacero, ya debido a procesos de fabricación que eliminan toda posible fuente de agua, los picos de atenuación a causa de los iones hidroxilo se eliminan casi en su totalidad.

Las recomendaciones G.653 y G.654, a pesar de que permiten gran ancho de banda en redes de larga distancia no trabajan eficientemente en todas las ventanas, así la G.653 tiene el cero de dispersión cromática en 1540nm y G.654 en la ventana de 1550nm, es de aplicación limitada por su reducida performance en cuanto a la dispersión cromática y no es aplicable para sistemas STM-16 a 2,5 Gbps, adicionalmente ninguna de las dos soporta DWDM, que es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda C (1550 nm).

1.6.2 Características de la Fibra Óptica

Las características generales de la fibra óptica son:

- Ancho de banda: La fibra óptica tiene un ancho de banda mucho mayor que los cables de pares (UTP / STP), y coaxiales.
- Distancia: La atenuación de la señal baja permite líneas de fibra óptica sin repetidores.

- **Integridad de datos:** Normalmente la transmisión de datos por fibra óptica posee una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) es menor que 10. No hay necesidad de aplicar procedimientos de corrección de errores para acelerar la velocidad de transferencia puesto que esta función permite a los protocolos de comunicación de alto nivel lo realicen perfectamente.
- **Duración:** Es resistente a la corrosión y altas temperaturas, la protección de la envoltura es capaz de resistir las altas tensiones en su instalación.
- **Seguridad:** Debido a que la fibra óptica no emite radiación electromagnética, es resistente a la escucha de las acciones intrusivas. Para acceder al flujo de la señal en la rotura de la fibra, es necesario que no hay transmisión durante este proceso y por lo tanto se puede detectar. La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, para que pueda ser utilizado en entornos industriales, sin protección especial.

1.7 Redes PON (Passive Optical Network)

Básicamente una red PON es una tecnología de acceso mediante la implementación de una red de fibra óptica con elementos pasivos, es decir que no requieren de alimentación externa para su funcionamiento al distribuir la información a través de la red, permite eliminar todos los componentes activos existentes entre la central y el cliente, introduciendo en su lugar divisores ópticos pasivos (splitters) para guiar el tráfico por la red.

La utilización de estos sistemas pasivos, es la reducción del coste de equipos que van dirigidos directamente al usuario final y son utilizados comúnmente es las redes FTTH. Esta arquitectura de punto a multipunto reduce drásticamente el costo de la instalación, gestión y mantenimiento de la de red.

Las redes ópticas pasivas contemplan el problema de la distancia entre usuario y central; de tal manera, que un usuario cercano a la central necesitará una potencia menor de la ráfaga de contenidos para no saturar su fotodiodo, mientras que un usuario lejano necesitará una potencia más grande. Esta condición está contemplada dentro de la nueva óptica.

Dentro de la estructura que componen las redes PON están varios elementos que como se verá más adelante forman parte de los objetos de este trabajo en las redes GPON.

1.7.1 Elementos de una red PON

Los elementos esenciales de las redes PON son:

- ODN: Optical Distribution Network
 - Comprenden la fibra óptica, splitters pasivos, Empalmes, Conectores
- ONT: Optical Network Terminal
 - Equipos terminales de cliente, proveen interfaces de fibra óptica hacia la red ODN
- OLT: Optical Line Termination
 - Equipo que gestiona el tráfico desde el MPLS con los equipos terminales.
- OS: Optical Splitter

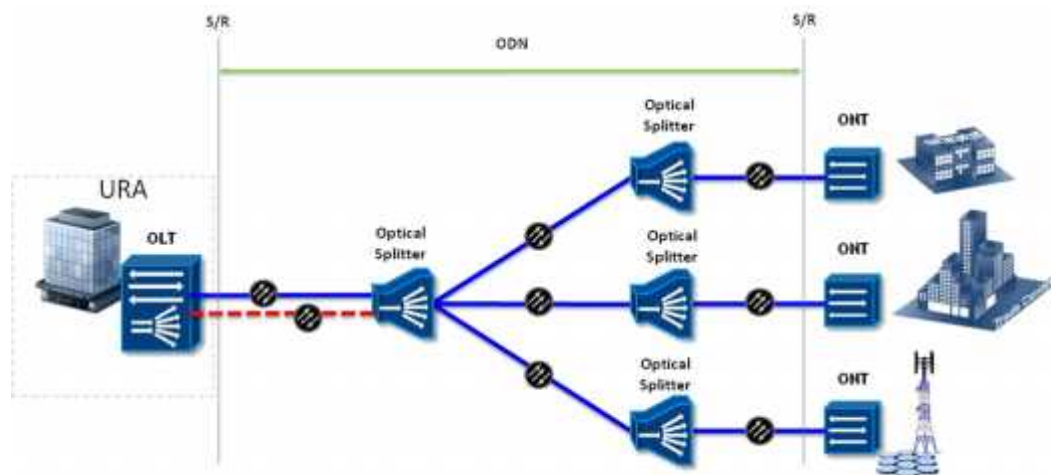


Figura 2-1 Elementos de una red PON

Fuente: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf>

El conjunto de dispositivos nombrados con anterioridad, conforman la arquitectura para el soporte de ATM por las redes PON. De manera sencilla estos elementos trabajan de la siguiente forma: la OLT es la interface entre la red PON y el backbone de la red, mientras que la ONT genera la interfaz de servicio al usuario final.

1.8 Estándar GPON (Gigabit-Capable PON).

Definido como una innovación del conjunto de estándares PON, la Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit, GPON, es miembro de esta familia desde el 2004 con la creación de las recomendaciones ITU-T G.984.X.

GPON es una red óptica pasiva con capacidad de gigabit que permite manejar amplios márgenes de ancho de banda para prestar servicios a nivel comercial y residencial, mejorando sus prestaciones en el transporte de servicios IP y con una nueva capa de transporte diferente.

El envío de la señal es en forma ascendente y descendente con rangos de 1.25 Gbps y 2.5 Gbps para el primer caso y de 2.5 Gbps para el segundo ya sea de forma simétrica o asimétrica llegando bajo ciertas configuraciones a entregar hasta 100 Mbps por usuario.

Tiene un alcance de 20 km, aunque actualmente el estándar ha sido apto para alcanzar los 60 km, el máximo número que puede soportar una misma fibra es de 64 usuarios pero puede alcanzar a soportar hasta 128 usuarios. GPON usa multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing) la cual le permite que la información viaje tanto ascendente como descendente en la misma fibra óptica. GPON es un estándar muy potente pero a la vez muy complejo de implementar que ofrece:

- Soporte global multiservicio: incluyendo voz (TDM, SONET, SDH), Ethernet 10/100 Base T, ATM, Frame Relay y muchas más
- Soporte de varias velocidades, las indicadas para APON/BPON y EPON.
- Soporte para varias tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622 Mbps, tráfico simétrico de 1.25 Gbps y asimétrico de 2.5 Gbps en sentido descendente y 1.25 Gbps en sentido ascendente
- Alto nivel de funciones de Gestión, Operación, Administración, Mantenimiento y Suministro, de principio a fin, desde la cabecera OLT al equipamiento de usuario ONT.
- Seguridad en el tráfico a nivel de protocolo (cifrado) debido a la naturaleza multicast del protocolo.

Con lo anotado, el proveedor se ve poco afectado en lo que respecta a cambios de equipos de los clientes, ya que se pueden seguir ofreciendo los mismos servicios típicos sobre los elementos instalados si fuese el caso, pero con mayor eficiencia.

1.8.1 Recomendaciones UIT G.984.x

Debido a la necesidad de brindar al usuario mejores costos, competitividad y diversidad de marcas, se han propuesto un conjunto de recomendaciones que regulan las diferentes características de los equipos desarrollados para el soporte del estándar GPON. Las presentes

recomendaciones se enmarcan en el mejoramiento de algunas de las características de la serie ITU-T G.983.X, la cual considera el mismo método de transmisión sobre redes ópticas pasivas para el protocolo ATM, por tanto su alcance resulta ampliado en cuanto a las velocidades de manejo de la información, Gigabits por segundo.

A continuación se presentan las cinco recomendaciones aprobadas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT O ITU en la serie G: (Sistemas y Medios De Transmisión, Sistemas y Redes Digitales).

UIT-T G.984.1: Se trata de la introducción hacia el estándar GPON, presentando características generales de funcionamiento y constitución, con el fin de llegar a la convergencia de equipos, así como mostrar la topología utilizada.

UIT-T G.984.2: Se describe una red flexible de acceso en fibra óptica capaz de soportar los requisitos de banda ancha de los servicios a empresas y usuarios residenciales.

La descripción de esta recomendación abarca servicios de voz, distributivos y de datos con velocidades en Gbps. En febrero del 2006, es publicada la recomendación ITU-T G.984.2 Enmienda 1 “Nuevo apéndice III – Prácticas idóneas utilizadas en la industria para redes ópticas pasivas con capacidad de 2,488Gbit/s en sentido descendente y 1,244Gbit/s en sentido ascendente”, con lo cual se dictan las correspondientes normas de uso del estándar GPON en las velocidades indicadas.

UIT-T G.984.3: Denominada como la especificación de la Capa de Convergencia de Transmisión TC (Transmission Convergence), expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método ranging, aspectos de fibra óptica, explicando algunas de las redes con acceso flexible para este medio, describiendo las características de las redes PON. Además involucra los pasos que se deben considerar para el diseño de la red GPON en base a las distancias, funcionalidad y seguridad.

UIT -T G.984.4: Especificación de la interfaz de control y gestión OMCI (ONT Management and Control Interface) de la terminación de red óptica ONT, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información de gestión o manejo MBI (Management Information Base) independiente del protocolo de comunicación entre OLT y ONT. La MBI específicamente dirige la gestión o manejo de la configuración, averías y de calidad de funcionamiento de la ONT, considerando lo siguiente: las capas de adaptación que en

el estándar ATM son la 1, 2 y 5, la capa de adaptación GEM, los servicios de emulación de circuitos, servicios de Ethernet, servicios de voz y el tipo de multiplexación que maneja el estándar WDM (Wavelength Division Multiplexing).

El protocolo OMCI sirve para que la OLT tenga control sobre la o las ONT logrando con ello:

- Establecer o terminar las conexiones a través de la ONT
- Manejar las interfaces usuario-red UNI en la ONT
- Pedir información de configuración y estado de la calidad de operación
- Informar sin necesidad de intervenciones ajenas las posibles fallas en los enlaces.

UIT-T G.984.5: Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información (WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.

1.9 Red GPON

GPON (Gigabit Passive Optical Network) resulta de la mejora en varias de las características de las recomendaciones de redes basadas en la tecnología PON, cuenta con los mismos elementos de una red óptica pasiva (PON): OLT, ONT, splitters, etc.

Estos elementos trabajan de la siguiente forma: la transmisión se realiza entre la OLT y la ONU que se comunican a través del divisor, la operación en el envío de la señal se cataloga en dos sentidos, ascendente y descendente, para la primera se utiliza el protocolo de acceso TDMA, para combinarlas y hacer más segura la transmisión ya que hay que recordar que se trata de una división pasiva o carente de fuentes de alimentación, mientras que para la segunda se aplica el esquema de radiodifusión (broadcasting). Archivo

GPON define un estándar de tasas de transmisión de Upstream y Downstream dependiendo de la dirección del tráfico las que se pueden apreciar en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Tasas de transmisión GPON

Dirección de Transmisión	Tasa Bits
Upstream	155.52 Mbps
	622.08 Mbps
	1244.16 Mbps
	2488.32 Mbps
Downstream	1244.16 Mbps
	2488.32 Mbps

Fuente: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2911/98T00026.pdf;jsessionid=7DC0CB016FF3B2E324D0931099B9EA9A?sequence=1>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

1.9.1 Trama Downstream

La trama Downstream consiste de un bloque de control físico PCBd (Bloque de Control Físico) y la partición GEM. Esta trama provee una referencia común de tiempo para el PON y provee un control de señalización común para el Upstream. La duración de la trama GPON es de 125µs para ambas tasas de datos Downstream. La Longitud del PCBd es la misma para ambos y depende de la velocidad y del número de estructuras de asignación por trama. Si no hay datos para el envío, la trama todavía es transmitida y utilizada por el tiempo de sincronización.

Cuando el canal es descendente, la red GPON funciona como una red punto-multipunto donde la OLT envía una serie de contenidos que recibe el divisor y que se encarga de repartir a todas las unidades ONU, cuyo objetivo es el de filtrar y sólo enviar al usuario aquellos contenidos que vayan dirigidos a él. En este procedimiento se utiliza TDM (Time Division Multiplexing) para enviar la información en diferentes instantes de tiempo.

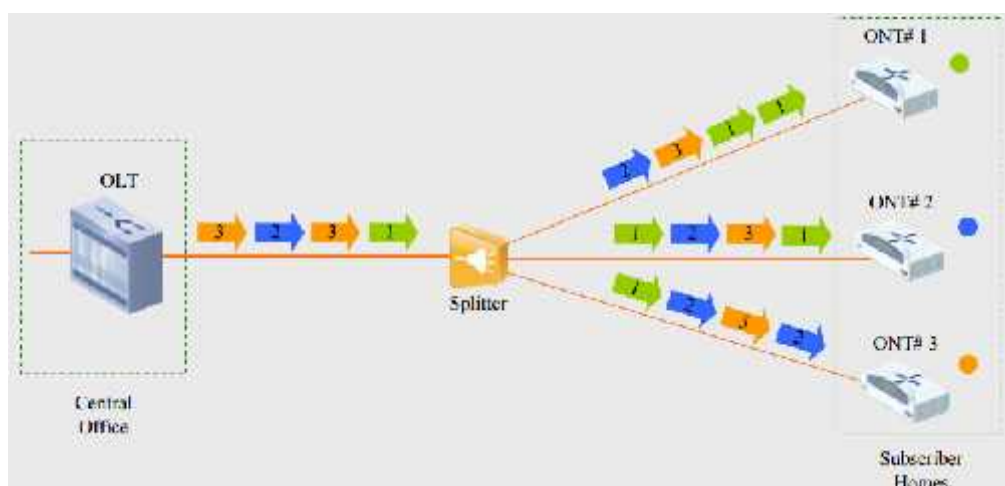


Figura 3-1 Canal descendente (Downstream)

Fuente: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>

1.9.2 Trama Upstream

Cuando el canal es ascendente, la red GPON funciona como una red punto a punto donde las diferentes ONU transmiten contenidos a la OLT. Por este motivo también es necesario el uso de TDMA (Time Division Multiple Access) para que cada ONU envíe la información en diferentes instantes de tiempo, controlados por la unidad OLT. Al mismo tiempo, todos los usuarios se sincronizan a través de un proceso conocido como ranging.

La longitud de la trama es la misma, como en Downstream, para todas las tasas de transmisión. Cada trama contiene un número de transmisiones desde uno o más ONUs. Durante cada asignación de período de acuerdo con el control de la OLT, la ONU puede enviar desde 1 hasta 4 overhead PON y datos de usuario.

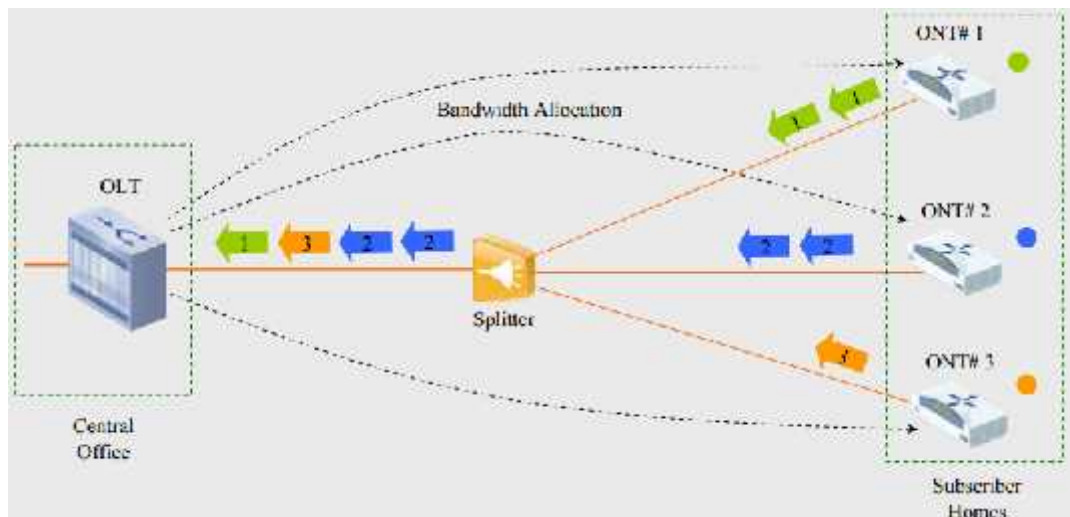


Figura 4-1 Canal ascendente (Upstream)

Fuente: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>

Para que no se produzcan interferencias entre los contenidos del canal descendente y ascendente se utilizan dos longitudes de onda diferentes superpuestas utilizando técnicas WDM (Wavelength Division Multiplexing). Al utilizar longitudes diferentes es necesario, por lo tanto, el uso de filtros ópticos para separarlas después.

1.9.3 Descripción de la infraestructura GPON

La figura muestra una red de acceso GPON, la que consiste principalmente en un Terminal de Línea Óptico (OLT) situado en una Oficina Central (CO) interconectado por una Red de Distribución Óptica (ODN) a un determinado nodo y que tiene su terminación en un Terminal de Red Óptico (ONT).

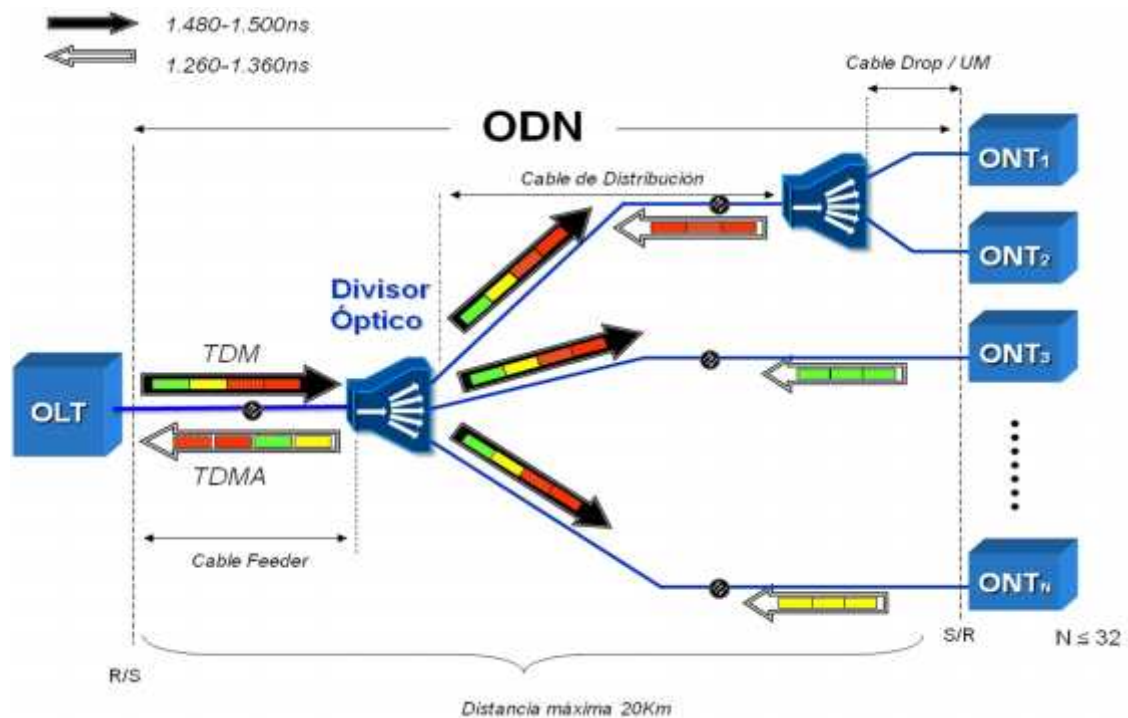


Figura 5-1 Modelo de la Infraestructura GPON

Fuente: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf>

1.9.4 OLT (Optical Line Terminal)

La OLT (Terminal de Línea Óptico) es un elemento activo que interconecta la red ODN con la red MPLS de CNT E.P, de este equipo parten las redes de fibra óptica hacia los usuarios. La OLT tiene una capacidad para dar servicio a miles de consumidores conectados al servicio que se desea prestar.

Una de las funciones más importantes que desempeña el OLT es de hacer las veces de enrutador para ofrecer todos los servicios demandados por el usuario. Este elemento de la red GPON a su vez son las encargadas de administrar y sincronizar el tráfico que va hacia las ONT en modalidad TDM y de gestionar, sincronizar y administrar el tráfico que viene desde las ONT en modo TDMA.

Una OLT está compuesta por un chasis, una tarjeta de ventiladores (fan tray), tarjetas de poder (slots 21 y 22), tarjetas de gestión y control (slot 9 y 10), tarjetas de uplink (slots 19 y 20), tarjetas de servicios (slots 1 al 8 y 11 al 16) y tarjetas de 16 x E1s para tráfico de telefonía (slots 17 y 18).

Consta de 14 tarjetas de servicio en total, cada una tiene 8 puertos y cada puerto conduce a 32/64/128 usuarios es decir una OLT tiene la capacidad para dar servicio a más 3584 usuarios aproximadamente.



Figura 6-1 OLT (Equipo Óptico Terminal)

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

1.9.5 La ODN (Red de distribución óptica)

Conforma todo el conjunto de elementos pasivos que interconectan un equipo terminal denominado ONT con el equipo OLT ubicado en la central o nodo de CNT, parte desde el domicilio, recorriendo la red de dispersión, la red de distribución y la red feeder (troncal), instaladas en forma aérea o subterránea.

El elemento representativo de la ODN es el splitter, el mismo que es el encargado de multiplexar o dividir la luz (información) proveniente de la OLT hacia los clientes finales. Se debe garantizar un presupuesto óptico de máximo 25 dB desde el equipo activo OLT hasta la ONT instalada en el cliente. Es importante señalar que la red GPON utiliza tanto para la red de transmisión como para recepción un único hilo de fibra óptica.

La atenuación máxima de la red ODN no debe superar los 28 dB. Esta restricción obedece a los umbrales de trabajos de los equipos OLT y ONT, para lo cual se considera el peor caso en cuanto a niveles de atenuación. Los valores umbrales usados se basan en la Norma ITU-T G.984 que define las redes GPON.

Se establece un margen de resguardo de 3 dB. Este margen tiene por objeto absorber las posibles modificaciones que se presenten a futuro en el tendido de la red, y que impliquen aumento en la atenuación de las ODNs. En base a lo anterior se definen los siguientes valores:

Tabla 3-1 Valores de Umbral en equipos OLT y ONT

Valores Umbrales	Equipo OLT	Equipo ONT
Potencia Mínima de Emisión	+1,5 dBm	+0,5 dBm
Potencia Máxima de Emisión	+5 dBm	+5 dBm
Sensibilidad Mínima	-28 dBm	-27 dBm
Saturación de Recepción	Para potencias recibidas mayores a -8 dBm	Para potencias recibidas mayores a -8 dBm

Fuente: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

La ODN se encuentra conformada por tres segmentos de red: Feeder, Distribución y Dispersión (Drop).

1.9.6 Elementos de una red ODN

Repartidor o distribuidor principal (ODF)

- Armarios
- Mangas
- Splitters (divisores)
- NAP (Network Access Point)

Distribuidor o Repartidor General (ODF Planta Externa)

Punto donde llegan los hilos de fibra óptica y permite conectar la planta externa con los equipos de acceso (OLT).



Figura 7-1 Distribuidor o Repartidor ODF

Fuente: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/705/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-126.PDF>

Red Feeder (troncal)

El segmento de Feeder son los cables de fibra óptica que parten del nodo o central de CNT y llegan hasta el armario de distribución o caja de distribución de edificios (FDB: Fiber Distribution Building). En estas cajas o armarios se encuentran habitualmente los splitters de red que son los encargados de multiplexar la información hacia los clientes finales. El cable de fibra óptica de feeder es de alta capacidad (144 o 288 hilos) y debe cumplir con la norma G.652D, generalmente se despliega por canalización, es la parte troncal de la red.

Distritos

Son las zonas en las que se divide una ciudad geográficamente en función de la red. Cada zona tiene su armario (FDH) y mangas porta splitter. También se habla de zonas directas en donde el ODF (más una manga) reemplazan al armario.

Armarios (FDH) y Mangas Porta Splitter

Están ubicados en un determinado punto del distrito y es el lugar de enlace entre la red de feeder y la red de distribución por medio de splitters de 1xn. Es el lugar de conexión entre los cables primarios y los cables secundarios por medio de bloques de conexión de 50 o 100 pares, servirá (las regletas primarias) como reflejo de los puertos del MDF del equipo de acceso según el escenario que se proponga. Permiten, en forma independiente, el aumento de red feeder y de red de distribución.

Caja de distribución óptica (NAP)

Está formado por una base que permite su instalación en postes, pozos o muros, sobre estas se fijan las bandejas de empalme. Además esta provista de una cubierta que se adapta a la base, permitiendo la salida de los cables de acometida por la parte inferior, de esta manera se impide el ingreso de la humedad y de cuerpos extraños.

Es un punto de conexión entre la red de distribución y las conexiones individuales de cada abonado. Adicionalmente son puntos de corte para trabajos de operación y mantenimiento. Los puertos de salida de la NAP hacia la red de distribución son puertos SC/APC.



Figura 8-1 Caja de Distribución Óptica NAP

Fuente: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/705/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-126.PDF>

Red de Distribución Interna

Es la red que une la caja de distribución principal (FDB) y las cajas de distribución secundaria (FDF).

Caja de distribución principal (FDB)

La caja de distribución principal FDB es el elemento que se utiliza al ingreso de edificios o urbanizaciones para interconectar la red feeder con la red de distribución interna de cada inmueble.

Caja de distribución secundaria (FDF)

La caja de distribución secundaria FDF es el elemento que se utiliza para interconectar la red de distribución con la red de dispersión en edificios.



Figura 9-1 Caja de Distribución Principal FDB y FDF
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Red de Distribución

Es la red que une el armario de distribución (FDH o FDB) y las cajas de distribución de postes o pozos (NAP) y está constituida por splitters, cables de fibra óptica aéreos, murales, subterráneos, empalmes y cajas de distribución. Este tipo de cable de fibra óptica será de 6 a 96 hilos y deberá cumplir con la norma G.652.D.

Red de Dispersión (DROP)

Son los cables de fibra óptica que van desde la caja de distribución óptica (NAP) hasta la roseta óptica. Esta red puede dividirse en dos tramos, el primero hasta el punto de transición (FDF) y luego continúa con un cable interior en el cliente final, terminando en la roseta. Definidos por el tipo de cable drop (exterior e interior).

Sistemas de puesta a tierra

Se instalará sistemas de tierra en todos los armarios (FDH) los cuales deben cumplir con una resistencia máxima 5 (Ohmios).

Mangas de empalme.

Las mangas es un dispositivo destinado a dar soporte mecánico a los empalmes de fibra óptica. Su finalidad es encerrar de forma hermética las conexiones de seleccionamiento que se establece en determinados puntos de la red, con la finalidad de brindar seguridad, protección y prevención de efectos generados por condiciones ambientales en tales puntos.

Existen mangas con propiedades que le dan al conjunto de empalmes una larga vida útil con químicos como el nitrógeno. En su estructura cuentan con las siguientes partes.

- Comportamiento para empalme
- Abrazaderas para cierre hermético
- Ductos de Entrada/Salida

Este elemento se utiliza en la red GPON de CNT E.P, para alojar en su interior splitters de diferentes capacidades y realizar la distribución hacia un posible segundo nivel de splitteo o elemento de distribución óptica al cliente.



Figura 10-1 Mangas de Empalme

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/253064732/Red-Gpon-pdf#scribd>

Empalmes

Los empalmes cumplen con la función de enlace ya sea entre tramos, conectores y terminaciones de fibra. Como varios de los elementos presentados anteriormente generan pérdidas que afectan el óptimo funcionamiento de la red. A continuación se muestra los valores de atenuación y las formas de seguir para la correcta realización de empalmes.

Tabla 4-1 Valores de Atenuación y Normas

Característica	Dato
Atenuación	-0,1-0,2 dB
Normas	ANSI/EIA-472DA00

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/253064732/Red-Gpon-pdf#scribd>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Entre los empalmes que se realizan comúnmente se mencionan:

Empalmes Mecánicos o Manuales

Generalmente se conciben como cilindros o bandejas donde se introducen las fibras a empalmar. En lo que se refiere a su armado, primero debe retirarse aproximadamente 3 cm de revestimiento, se limpia con alcohol isopropílico y luego se les practica un corte perfectamente recto a 5 o 6 cm con un cortador de fibra especial con filo de diamante. Son de rápida construcción, poseen cualidades como temperalidad o permanencia de su uso, con atenuaciones altas en el orden de los 0.20dB a 1Db.

Empalme por fusión

De tipo permanente, se realizan mediante el uso de máquinas (Fusionadora) especialmente diseñadas para ello. El proceso de armado incluye la preparación de las fibras sin revestimiento y cortadas a 90°, se alinea los núcleos entre si uniéndolas aplicando un arco eléctrico producido entre dos electrodos. Los valores de atenuación que se consiguen se encuentran entre los umbrales de 0.01dB a 0.1 dB.

Para asegurar el correcto funcionamiento de los empalmes armados, se debe contar con el uso adecuado de cajas de empalme según la ubicación que se requiera dentro del diseño de la red, garantizando así su operación y vida útil, generalmente afectada por agentes externos como el medio ambiente, daños provocados por terceros, etc.

Splitters (Divisor Óptico Pasivo)



Figura 11-1 Splitters

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/253064732/Red-Gpon-pdf#scribd>

Dispositivos que permiten dividir la señal óptica de entrada en N ramas de salida con mínimas pérdidas. La necesidad de distribución de múltiples señales los hace fundamentales en las nuevas redes FTTH PON. Generalmente vienen dispuestos de dos formas: Distribuidores en

serie tipo T a manera de acopladores y distribuidores en estrella que es la forma más comúnmente usada.

Cada salida del splitter tiene un determinado valor de atenuación de la señal así como la atenuación total de inserción del equipo completo expresadas en dB. Las soluciones que se implementan por la estructuración de las redes PON, están sujetas a la manera en la cual se conecten los splitters, pudiendo ser estructuras tipo conmutadas, en cascada o centralizadas.

Para el primer caso, los splitters son ubicados en la oficina central o nodo. Su principal ventaja es la facilidad de adaptación de nuevos equipos ya que se pueden efectuar en el mismo lugar físico cualquier cambio.

Para el segundo caso, en cascada, se utiliza una combinación de splitters de múltiples o iguales radios, en diferentes localidades. Este diseño es particularmente efectivo en lugares fuera de áreas urbanas, donde el número de usuarios está distante.

Para el último de los casos, el centralizado, se diseña de tal forma que un único splitter es ubicado dentro de una cabina desde donde el enlace con el usuario se efectúa con fibra óptica dedicada únicamente hacia ese usuario siendo flexible para su actualización a nuevas tecnologías al final de la red PON.

Los valores típicos de pérdidas por inserción de los diferentes tipos de splitters que se encuentran a nivel comercial se indican en la siguiente tabla.

Tabla 5-1 Atenuación y Normas de Splitters

Característica	Dato
Atenuación	(Max)
1:2	-3.6 dB
1:4	-7.5 dB
1:8	-11 dB
1:16	-14 dB
1:32	-18 Db
1:64	-21.5 dB
Norma	UIT-T G.984.X

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/253064732/Red-Gpon-pdf#scribd>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Herrajes

Los herrajes son piezas de acero galvanizado, cuya principal función es sujetar el cable de fibra óptica aéreo al poste.

Herraje Terminal o de Retención

Se denomina comúnmente como herraje Tipo A. Se emplea:

- Uno en poste por cada caja de distribución NAT.
- En caso de empalmes aéreos
- Cuando el tendido de cable de fibra óptica aéreo presente un cambio de trayectoria
- En donde se tengan reservas de cable de fibra óptica

La distancia máxima entre dos herrajes tipo A no debe superar el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante. Se tienen los siguientes tipos de herrajes como se muestra en la figura 24-1.

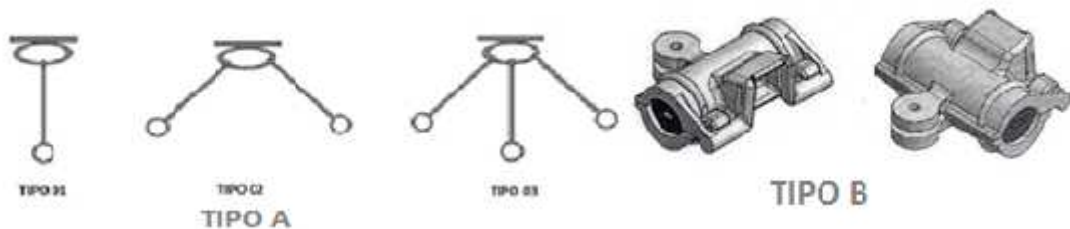


Figura 12-1 Herrajes Tipo A y B

Fuente: Norma técnica de diseño de planta externa con F.O CNT 2015

Herraje de Paso o de Suspensión

Se lo denomina como herraje Tipo B. Se lo emplea uno en cada poste cuando se presentan trayectorias rectas, revisando que por cada par herrajes de paso se instala un herraje terminal siempre y cuando no se supere el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante.

Herraje tipo brazo farol

El herraje tipo brazo farol puede medir desde 0,50 m hasta 1,50 m. Se lo utiliza para retirar el cable de posibles obstáculos o complicaciones en la ruta de instalación del cable. Dependiendo

de la dirección del cable y de la tensión a ser soportada por el herraje se suelda un herraje tipo A o tipo B al brazo farol.

Roseta Óptica

La roseta óptica se debe ubicar en el interior del inmueble cercano a una toma de corriente de energía eléctrica. El ingreso de cable Drop debe realizarse por el ingreso A de la roseta óptica. La roseta óptica posee dos pigtails, de los cuales el pigtail que se encuentra en la posición 1 se va a fusionar con el hilo azul del cable Drop interior.



Figura 13-1 Roseta Óptica

Fuente: Norma de instalaciones para clientes finales en redes FTTH- GPON CNT 2015

1.9.7 *La ONT (Optical Network Terminal)*

El ONT es el elemento que se sitúa en el usuario final donde termina la fibra óptica y ofrece las interfaces al usuario. Las ONT deben estar fabricadas de manera tal que soporten las peores condiciones ambientales y generalmente vienen equipadas con baterías. En las arquitecturas FTTN (Fiber To The Node), las ONT son sustituidas por MDU (Multi-Dwelling Units), reutilizando así el par de cobre instalado pero, a su vez, consiguiendo las mínimas distancias necesarias para alcanzar velocidades simétricas de hasta 100 Mbps por abonado.

1.9.8 *Servicios Provistos*

El modelo de ONT que actualmente CNT se encuentra desplegando posee puertos de telefonía tradicional, puertos Ethernet, para provisión de Internet por cable, puertos Ethernet para IPTV y la interfaz (antena) para Wi-Fi.



Figura 14-1 Diagrama de puertos de la ONT

Fuente: Instructivo de instalaciones para clientes finales en redes FTTH-GPON CNT 2015

A continuación se muestran los servicios que pueden ser provistos desde la ONT en una red GPON.

Servicio de Telefonía Tradicional

A diferencia del anterior servicio de telefonía que proveía CNT en el que la línea era provista a través de la acometida telefónica, en GPON el servicio de telefonía es provisto desde la ONT, más específicamente desde los puertos identificados con TEL1 o TEL2 dependiendo de la configuración de la ONT; estos puertos son RJ11 por lo que el teléfono tradicional se deberá conectar a estos puertos a través de un patch cord de telefonía.

En caso de que en el domicilio o departamento se requiera más de una salida telefónica, es necesario que el inmueble cuente con una red telefónica tradicional con las extensiones necesarias (de cobre) cuya alimentación principal o acometida será ahora el puerto de telefonía de la ONT.

Para interconectar dicha red interna con el puerto de telefonía de la ONT se recomienda que en una caja, ya sea metálica interna en pared o una sobrepuesta, se realice la conexión del cable de alimentación de la red interna (o acometida) con un patch cord telefónico con conectores RJ11 utilizando un jack telefónico.

Servicio de Internet

El Internet hacia el cliente final será provisto de dos maneras:

- A través del puerto de Ethernet 10/100/1000 Mbps Base-T (RJ-45), utilizando cable categoría 5e ó 6 con conectores RJ45.
- De manera inalámbrica a través de la interfaz Wi-Fi, misma que soporta los estándares 802.11 b, g y n.

Es importante señalar que la velocidad que perciba el cliente a través de la interfaz Wi-Fi dependerá de diversos factores inherentes a la tecnología inalámbrica, tales como pérdidas por colisiones de la señal, disminución del ancho de banda por compartición del canal, dificultad para atravesar paredes o lozas, entre otros.

Servicio de televisión IPTV.

El servicio de IPTV es configurado en los restantes puertos LAN de la ONT, por lo que el número máximo de STB (Set Top Boxes o decodificador de TV) soportados por ONT dependerá de los puertos disponibles para este servicio. El esquema del servicio se describe a continuación:

Los set top boxes se conectarán a la ONT a través de sus interfaces 10/100/1000 Mbps base-T, mediante cables UTP con conectores RJ45. Los televisores se conectarán a los Set Top Boxes mediante cable HDMI o RCA dependiendo del servicio contratado y de los puertos del TV.

De lo anteriormente expuesto, la provisión de la telefonía se requerirá de una red telefónica tradicional, mientras que para el Internet y el IPTV se requiere del tendido UTP.

1.10 OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo)

Es el equipo más adecuado que evalúa las propiedades de fibras ópticas o de un enlace completo en el dominio del tiempo. Puede detectar rápidamente pérdidas, fallas y la distancia entre sucesos, usa las propiedades de dispersión de una fibra para determinar la atenuación total.

La porción de un pulso de luz de duración muy corta se dispersa viajando a través de la fibra y es capturado por la fibra en la dirección inversa. El pulso incidente se atenúa mientras viaja en dirección al final de la fibra, de la misma manera el pulso que viaja en dirección opuesta se atenúa en igual magnitud. El pulso resultante se atenúa el doble sobre cualquier distancia de fibra, ya que ha viajado ida y vuelta.

La traza del OTDR es única para la fibra y los conectores ya que muestra la atenuación en cada punto a lo largo de la fibra. La diferencia básica entre el OTDR y una medición espectral de dos puntos es que el OTDR da una medida de la pérdida en cada punto de la fibra para una longitud de onda elegida, y la medición espectral da precisamente la pérdida en una estructura compuesta, sin información de distancia. Una gran ventaja de este equipo es que no se requiere desbaratar toda una conexión de red por que las mediciones se realizan en un solo extremo de fibra.



Figura 15-1 OTDR

Fuente: <http://es.slideshare.net/edisoncoimbra/82-transmisión-de-datos-por-fibra-ptica>

1.10.1 Sucesos en el OTDR

El OTDR muestra diferentes graficas con los posible eventos que ocurren en una fibra, con estos sucesos podemos ver qué es y dónde está. La traza (figura 16-1) muestra un enlace completo que se puede dar entre dos ciudades apreciando la atenuación y el ruido al final de la fibra.

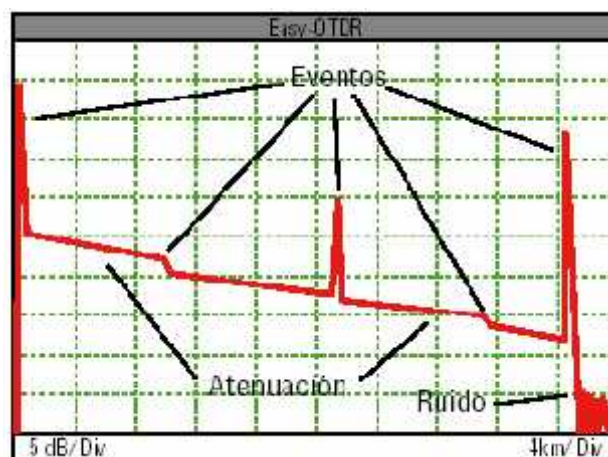


Figura 16-1 Traza entre dos puntos

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

En la figura 17-1 indica la ruptura de la fibra, a partir de la pendiente no hay nada, tiene un pérdida total hasta la zona de ruido.

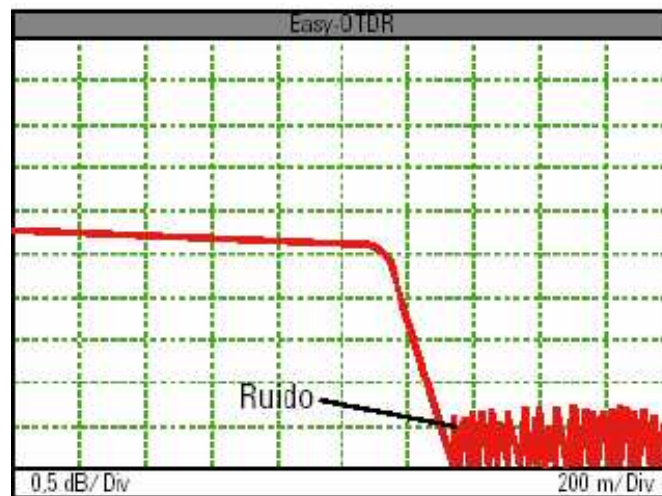


Figura 17-1 Ruptura de una Fibra

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

A continuación (figura 18-1), el pulso que se aprecia es la reflexión causada por un conector y las líneas punteadas muestra la atenuación.

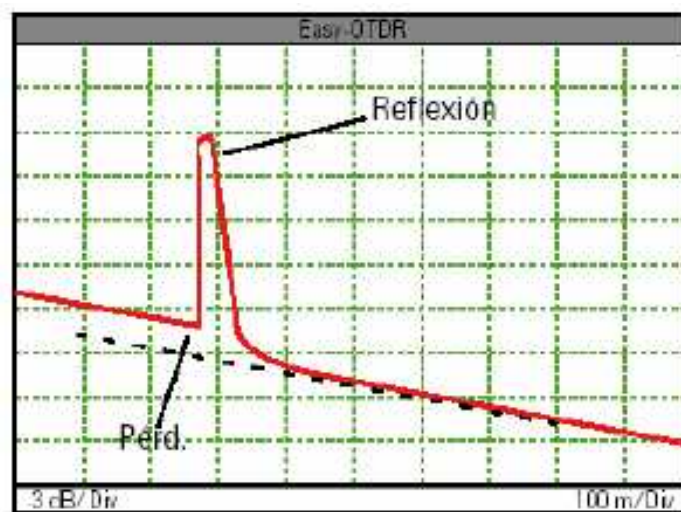


Figura 18-1 Reflexión por conexión

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

La figura 19-1 muestra la pérdida o atenuación que hay en un empalme por fusión, hoy en día las fusiones son tan eficientes que no se alcanzan a ver.

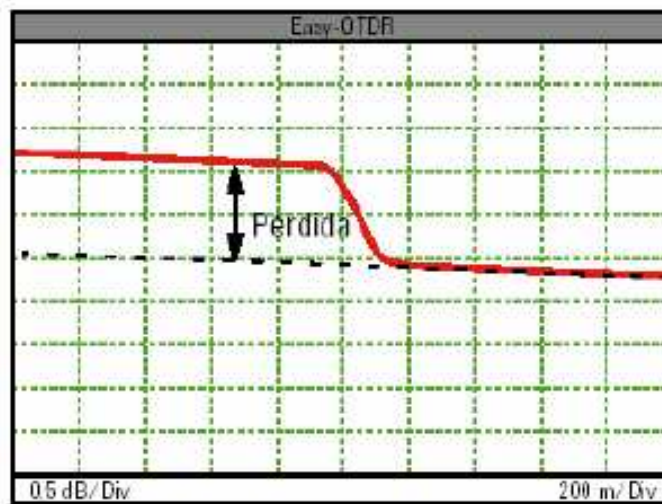


Figura 19-1 Pérdida de Empalme por Fusión
Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

En la siguiente (figura 20-1) se aprecia un empalme por fusión sin embargo el cambio de características de la segunda fibra favorece en una ganancia de energía.

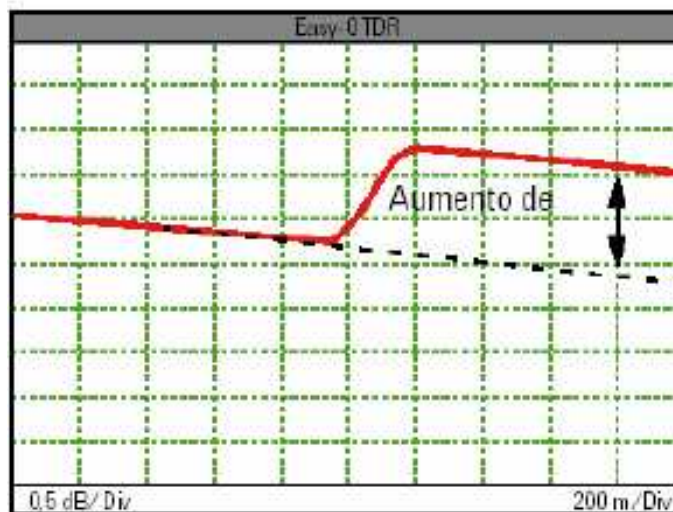


Figura 20-1 Ganancia por Empalme por fusión
Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

El pulso que se aprecia (figura 21-1) es una pequeña reflexión causada por una fisura y por consiguiente viene una gran pérdida de energía.

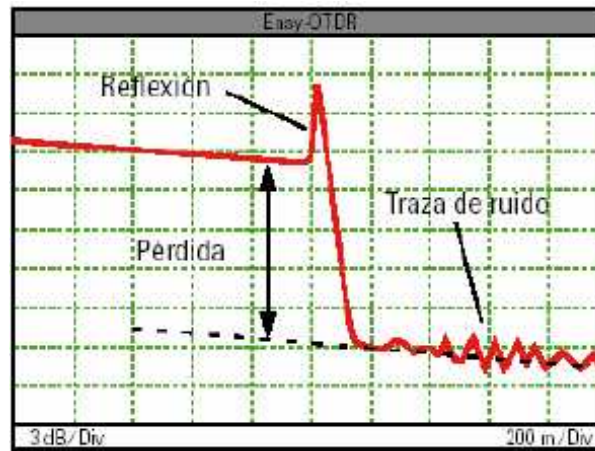


Figura 21-1 Fisura en la fibra

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

1.11 Modelos de red GPON implementar en CNT EP.

La CNT EP presenta modelos establecido a implementarse para el despliegue de la red GPON FTTH, estos modelos están formados por diferentes elementos, cada uno de estos generan una pérdida ya sea en los conectores, por fusión y longitud de fibra. A continuación se muestra un ejemplo de modelo de red GPON, seguida de la tabla con los valores de la pérdida típica de cada elemento en (dB).

1.11.1 Modelo Masivos/Casas con Armario (FDH)



Figura 22-1 Modelo Masivo/Casas con Armario

Fuente: Norma Técnica de planta externa con F.O ODN CNT 2015

Tabla de mediciones

Tabla 6-1 Planilla para presupuestos ópticos CNT E.P.

Elementos de la red de Fibra Óptica		Cantidad	Pérdida típica del elemento (dB)	Pérdida Total
Conectores (mated) ITU671=0.5 dB		9	0,50	4,50
Empalmes de fusión ITU751=0.1 dB promedio		8	0,10	0,80
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1 dB promedio			0,10	0,00
Splitters	1x2		3,50	0,00
	1x4		7,00	0,00
	1x8		10,50	0,00
	2x4		7,90	0,00
	1x16		14,00	0,00
	2x16		14,80	0,00
	1x32	1	17,50	17,50
	2x32		18,50	0,00
	1x64		21,00	0,00
Longitud de Fibra (Km)/longitud de onda	1310nm	6	0,35	2,10
	1490nm		0,30	0,00
	1550nm		0,25	0,00
TOTAL (dB)				24,90

Fuente: Norma Técnica de planta externa con F.O ODN CNT 2015

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Los datos de la celda cantidad, se obtienen de la gráfica de cada modelo en donde los cuadrados en verde indican la presencia de conectores y los círculos de rojo indican empalmes por fusión, de igual manera el splitter utilizado y la longitud de la fibra. Por tal motivo la tabla de mediciones de los distintos modelos cambian únicamente en los valores de esta celda, manteniendo los valores de las pérdidas típicas de los elementos.

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Estudio de Mercado

Para dar inicio al estudio de mercado se realizara una descripción de las principales empresa proveedoras de los servicios de voz, internet y televisión por cable, en el sector, en donde se detallan los planes de cada servicio con sus respectivas tarifas.

Como base para el desarrollo del diseño de la red de acceso GPON se hace un análisis de la demanda de los servicios Triple Play en la ciudad de Alausí, realizando un muestreo para cerciorar que existe la necesidad de estos servicios, teniendo como dato el número aproximado de clientes entre masivos y corporativos que dispone la empresa CNT EP, en la ciudad de Alausí.

Posteriormente se aplican métodos de proyección para los siguientes 10 años, periodo de tiempo óptimo para el funcionamiento de los equipos y posible introducción de nuevas tecnologías. Procediendo a establecer la demanda insatisfecha para los servicios y la proyección de la población estimada en la ciudad de Alausí hasta el año 2025.

2.1.1 Empresas ofertantes de los servicios de voz, internet y televisión por cable, en la ciudad de Riobamba

A continuación se menciona a las empresas que brindan los servicios Triple Play en la ciudad de Riobamba, detallando los planes de cada servicio con sus respectivas tarifas.

Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT E.P.)



Logotipo de la empresa CNT E.P

Fuente: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/internet-banda-ancha-hogar/>

Servicio de Internet

En la tabla 1-2 se detallan los diferentes planes y tarifas del servicio de internet que brinda la empresa CNT E.P.

Tabla 1-2 Planes y tarifas de internet CNT

Plan	Tarifa Mensual sin Impuestos	Tarifas Mensual con Impuestos	Inscripción	Tecnología
3 Mbps	\$ 18,00	\$ 20,16	\$ 50,00	Internet instalado por ADSL
5 Mbps	\$ 24,90	\$ 27,89	\$ 50,00	Internet instalado por ADSL o Fibra Óptica
10 Mbps	\$ 36,00	\$ 40,32	\$ 50,00	Internet instalado por Fibra Óptica
15 Mbps	\$ 49,90	\$ 55,89	\$ 50,00	Internet instalado por Fibra Óptica
25 Mbps	\$ 80,00	\$ 89,60	\$ 50,00	Internet instalado por Fibra Óptica
50 Mbps	\$ 110,00	\$ 123,20	\$ 50,00	Internet instalado por Fibra Óptica
100 Mbps	\$ 180,00	\$ 201,60	\$ 50,00	Internet instalado por Fibra Óptica

Fuente: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/internet-banda-ancha-hogar/>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Telefonía Residencial

En la tabla 2-2 se detallan los diferentes planes y tarifas del servicio de telefonía residencial que brinda CNT E.P.

Tabla 2-2 Planes y tarifas de telefonía residencial CNT

Categoría (Incl Imp)	Inscripción (Incl Imp)	Pensión Básica Mensual (Incl Imp)	Modalidad	Minutos
A	\$ 67,20	\$ 6,944	COBRE	150
B	\$ 67,20	\$ 6,944	COBRE	150
C	\$ 67,20	\$ 22,40	OFERTA ONLY	20 Minutos en CNT y 50 en otras operadoras

Fuente: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/internet-banda-ancha-hogar/>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Televisión Pagada

En la tabla 3-2 se detallan los diferentes planes y tarifas del servicio de Televisión que brinda CNT E.P.

Tabla 3-2 Planes y tarifas de TV CNT

Planes	Número de Canales	Costo	Beneficios
Plan Super	69 de TV y audio	\$ 15,00	Incluye Decodificador SD
Plan Entretenimiento	69 de TV y audio y 3 canales Fox+	\$17,00	Incluye Decodificador SD
Plan Total Plus	99 de TV y audio	\$25,00	Incluye Decodificador SD, Combina plan super y plan total
Plan Fox+	70 de plan super más 8 canales Fox+	\$25,00	Incluye Decodificador SD, Combina plan super y Fox+

Fuente: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/internet-banda-ancha-hogar/>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Fastnet cía. ltda



Logotipo de la empresa FASTNET

Fuente: http://www.fastnet.net.ec/?page_id=12

En la tabla 4-2 se detallan los diferentes planes y tarifas mensuales del servicio de internet que brinda FASTNET CÍA. LTDA

Tabla 4-2 Planes y tarifas de Internet FASTNET

Planes Residenciales		
Planes	Tarifa Mensual	Velocidad
Plan Home	\$ 25,00	1 Mbps/8-1
Plan Premium	\$ 35,00	2Mbps/8-1
Planes Pymes		
Plan Platinum	\$ 70,00	800x300 Kbps/2-1
Plan Silver	\$ 100,00	1014x500 Kbps/2-1

Fuente: http://www.fastnet.net.ec/?page_id=12

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Puntonet



Logotipo Puntonet

Fuente: <http://www.puntonet.ec/home/>

En la tabla 5-2 se detallan los diferentes planes y tarifas mensuales del servicio de internet que brinda Puntonet.

Tabla 5-2 Planes y tarifas de Internet PUNTONET

Planes	Velocidad	Tarifa Mensual	Instalación
Banda Ancha inalámbrica	2,2 Mbps	\$ 20,00	\$ 50
	3,0 Mbps	\$ 25,00	\$ 50
	4,0 Mbps	\$ 30,00	\$ 50
	5,0 Mbps	\$ 40,00	\$ 50
Banda ancha Fibra Óptica	3,0 Mbps	\$ 30,00	\$ 80
	5,0 Mbps	\$ 50,00	\$ 80
	10 Mbps	\$ 75,00	\$ 80
	15 Mbps	\$ 115,00	\$ 80
	20 Mbps	\$ 150,00	\$ 80
	30 Mbps	\$ 180,00	\$ 80

Fuente: <http://www.puntonet.ec/home/>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Telconet



Logotipo Telconet

Fuente: <http://www.telconet.net/servicios/internetdedicado>

En la tabla 6-2 se muestra los diferentes planes y tarifas de inscripción del servicio de internet que brinda Telconet.

Tabla 6-2 Planes y tarifas de Internet TELCONET

Planes	Velocidades simétricas en Mbps	Instalación
Zona 1	1:1	\$ 160
	3:3	\$160
	5:5	\$150
	10:10	\$120
Zona 2	1:1	\$ 200
	3:3	\$200
	5:5	\$190
	10:10	\$160

Fuente: <http://www.telconet.net/servicios/internetdedicado>

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.1.2 Análisis de Mercado

Se eligió a la ciudad de Alausi para el desarrollo eficiente de la red de acceso GPON por presentar un elevado índice de crecimiento en el sector comercial, educativo, de vivienda y gubernamental habiendo un alto potencial de clientes residenciales y de centros corporativos, basándose en las necesidades de la población, de disponer de una mejor calidad y confiabilidad en sus comunicaciones.

Uno de los objetivos planteados en este proyecto es realizar el estudio de mercado para obtener la demanda de los servicio Triple-Play (TV, Voz y Datos) que presenta la ciudad, adecuando la tecnología GPON para cubrir la demanda. Cabe mencionar que la mayoría de los usuarios buscan un nuevo servicio que presenten mejores características y funciones del servicio usado actualmente, entre ellas se mencionan:

- Mejor calidad y mayor velocidad durante la transmisión y Recepción de datos
- Un sistema de facturación simple que abarque todos los servicios que recibe
- Servicios sin restricciones a bajo costo
- Servicios de mantenimiento inmediato a bajo costo e inversión.

2.1.3 *Tamaño de mercado*

Según las estadísticas proporcionadas por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). La población total de Alausí llega a 44089 personas.

Tabla 7-2 Tasa de crecimiento Poblacional Intercensal.

Censo	Número de Habitantes
1990	48068
2001	42823
2010	44089

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Del censo de 1990 al de 2010, Alausí muestra un decrecimiento poblacional del 0.8% anual. Aunque, entre 2001 y 2010 hay cierto crecimiento poblacional, la tendencia porcentual no se supera, aunque es notorio cierto crecimiento de población joven.

Distribución de la población por área de residencia.

Tabla 8-2 Población por área de residencia.

Sector	Población	%
Urbana	5732	13%
Rural	38357	87%

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Figura 1-2 Población por área de residencia

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Según el Censo 2010 y las proyecciones demográficas del INEC indican que un promedio del 13 % de la población vive en el sector urbano, y el 87% vive en las 185 comunidades jurídicas y asentamientos de hecho que forman parte de las 10 parroquias del territorio alauseño.

2.1.4 CÁLCULO DE LA MUESTRA

Teniendo una demanda efectiva de 5732 personas existentes en el sector urbano se realizó encuestas a un muestreo de 374 personas, aplicando la siguiente formula.

Donde

= Error Muestral con un 95% de confiabilidad

N= Población total

= 0,05

N = 5732

n = 374 encuestas a realizarse

Se realizó una encuesta con preguntas sencillas comprensivas por el usuario con las que se pretende confirmar las características de los requerimientos existentes en la ciudad.

2.1.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante este análisis se podrá determinar la aceptación de los servicios que ofrece la tecnología GPON (voz, video y Datos) en la ciudad de Alausí, determinando también el número

aproximado de clientes que contratara esta nueva tecnología. Con los datos recolectados de las encuestas procedemos a realizar la tabulación de cada pregunta con su respectivo diagrama de barras o pastel según el caso, como se muestra a continuación.

1. Con que servicios cuenta Ud. al momento?

Con esta pregunta se desea obtener el valor numérico aproximado del uso de los servicios básicos de comunicación que brinda la empresa CNT E.P en el hogar del encuestado, indicando gráficamente los resultados.

Tabla 9-2 Resultados pregunta 1 opción a.

Internet	Resultado	%
Si	347	93
No	27	7
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

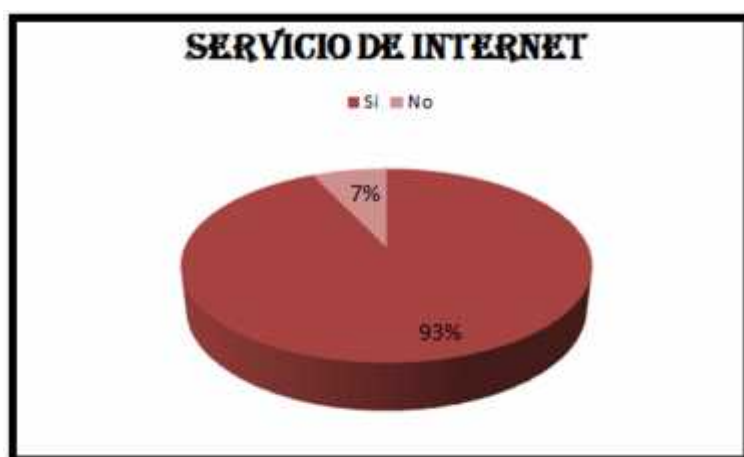


Figura 2-2 Hogares que cuentan con servicio de Internet

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Se puede observar, en la figura 2-2 un 93 % de abonados cuenta con el servicio de internet en su hogar, porcentaje elevado, concluyendo que en la ciudad de Alausí este servicio es necesario para su diario vivir.

Tabla 10-2 Resultados pregunta 1 opción b.

Telefonía	Resultado	%
Si	363	97
No	11	3
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Figura 3-2 Hogares que cuentan con servicio de Telefonía
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Como se observa en la figura 3-2 el 97% de abonados de la ciudad (sector urbano) cuentan con el servicio de telefonía en su hogar, porcentaje elevado, concluyendo que es un servicios necesario y más utilizado en la ciudad.

Tabla 11-2 Resultados pregunta 1 opción c.

Televisión	Resultado	%
Si	123	33
No	251	67
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

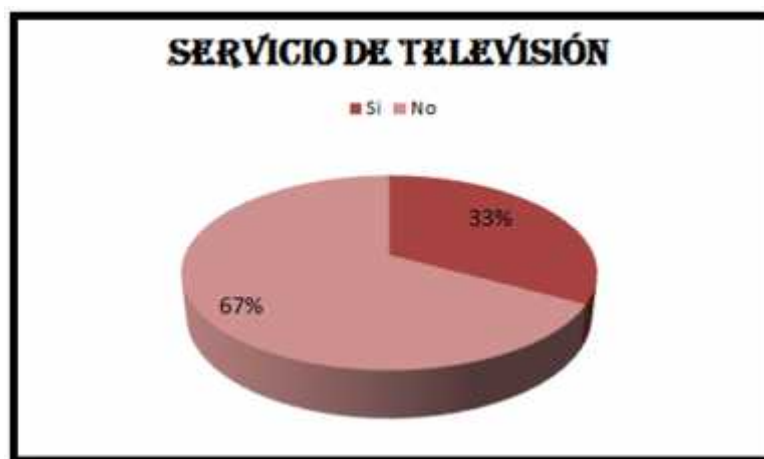


Figura 4-2 Hogares que cuentan con servicio de TV pagada
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Se puede observar en la figura 4-2 que el 67% de abonados no cuentan con el servicio de televisión pagada por cable en su hogar, porcentaje elevado debido a que ninguna empresa

oferta este servicio en la ciudad, concluyendo que al implementar la red de acceso GPON se podrá cubrir esta demanda.

2.- Realiza Ud. Video llamadas a través de diferentes aplicaciones como Facebook, Skype, entre otros?

Tabla 12-2 Resultados pregunta 2

Video Llamadas	Resultado	%
Si	246	66
No	128	34
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Figura 5-2 Abonados que realizan video llamadas
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Como se puede observar en la figura 5-2 un 66% de personas realizan video llamadas utilizando diferentes aplicaciones como Facebook, Skype, entre otros. Es un porcentaje alto ya que Alausí es una ciudad que presenta un considerado número de migrantes por esta razón usan estas aplicaciones como medio de comunicación. Para estas actividades se requiere de una mayor velocidad de transmisión y recepción de datos para que se establezca una comunicación eficiente sin interferencias, característica con la que cuenta GPON.

3.- Que calificación le da usted a la calidad de los servicios brindados por parte de la empresa CNT?

Tabla 13-2 Resultados pregunta 3

Calidad de Servicio	Resultados	%
Excelente	32	9
Bueno	37	10
Regular	200	54
Malo	100	27
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Figura 6-2 Grado de calidad de servicio brindados por CNT

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Como se puede apreciar en la figura 6-2 el grado de satisfacción que tiene el usuario con los servicios que brinda CNT es Regular con un 54%, siendo un dato importante ya que se estima que este porcentaje de abonados contratarán el servicio de la tecnología GPON a implementarse, disponiendo el usuario de una mejor calidad de servicio, teniendo como objetivo alcanza un grado de satisfacción de Excelente y Bueno cubriendo eficientemente las necesidades de los usuarios.

4.- Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet?

Tabla 14-2 Resultados pregunta 4

Tecnología conexión a internet	Resultados	%
Modem ADSL	315	84
Modem 3G	27	7
Fibra Óptica	32	9
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

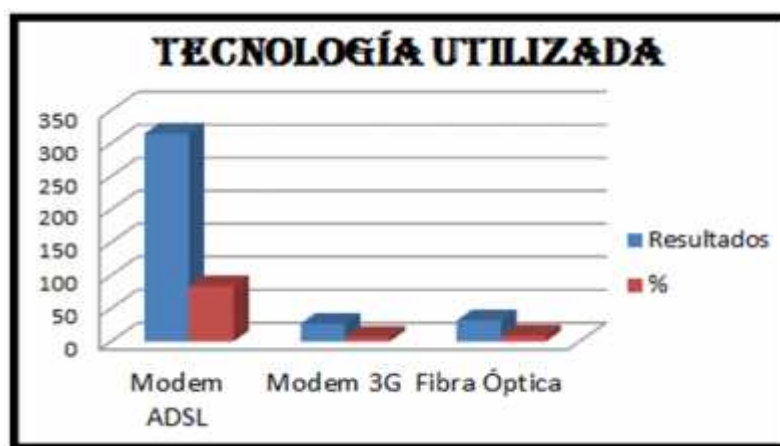


Figura 7-2 Tecnología utilizada para conexión a internet

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Como se puede apreciar en la figura 7-2 el tipo de tecnología mas utilizada es ADSL (modem) con un 84%, cabe resaltar que como requisito para hacer uso de este servicio es que el cliente debe disponer de una línea telefónica, se estima que este porcentaje de abonados también serán incluidos como parte de los clientes del proyecto. El 9 % de los abonados utilizan la tecnología de fibra óptica, es un servicio de red punto a punto, que el cliente puede disponer solo del servicio de datos (internet) unicamente, que es una desventaja en comparación a los servicios que brinda la tecnología GPON.

5.- Cree usted que el costo, en relación a la calidad de los servicios recibidos es?

Tabla 15-2 Resultados pregunta 5

Costo de los Servicios	Resultado	%
Excesivo	59	16
Normal	304	81
Bajo	11	3
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

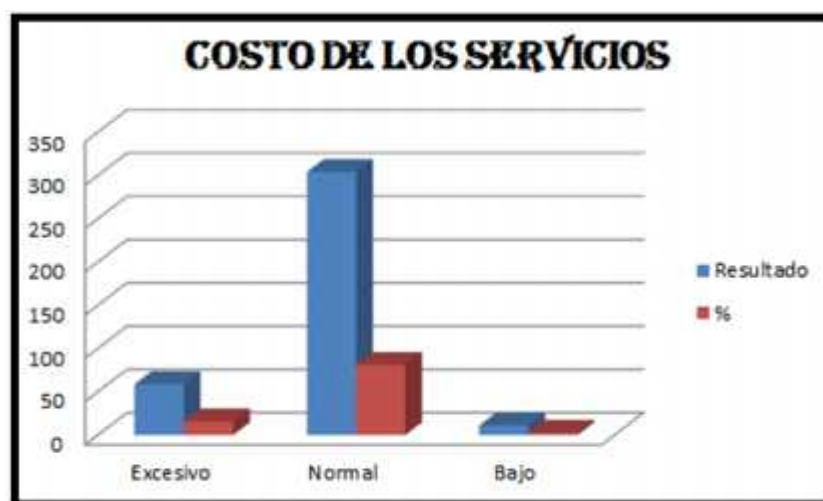


Figura 8-2 Costos cualitativo mensuales por el servicio utilizado
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

En la figura 8-2 se puede ver que la calificación cualitativa de los costos mensuales en base a la calidad de los servicios que dan los usuarios es Normal con un 81%, esto quiere decir que los usuarios pagan una tarifa mensual según la calidad de servicio que adquiera, es por eso que el costo por la contratación de servicios Triple Play, para los usuarios, no será un inconveniente ya que tendrá un servicio eficiente que va acorde con la tarifa presupuestada.

6.- Usted contrataría una nueva tecnología que le brinde varios servicios por un mismo medio de comunicación (fibra óptica) con mayor velocidad y mejor calidad de servicio?

Tabla 16-2 Resultados pregunta 6

Aceptación de Servicios Triple Play	Resultados	%
Si	327	87
No	47	13
Total	374	100

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Figura 9-2 Porcentaje de aceptación el servicio Triple Play
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Finalmente, en la figura 9-2 se puede apreciar que el 87% de los usuarios están dispuestos a contratar el servicio Triple Play (voz, internet y televisión pagada) que ofrece la tecnología GPON, es un porcentaje elevado lo que significa que un gran número de la población alauseña (urbana) están dispuestos a cambiar de tecnología y por ende a sus proveedores actuales por otro que ofrezca este paquete, como es la empresa CNT E.P Riobamba.

2.1.6 Estimación de la demanda insatisfecha

Con los resultados obtenidos al finalizar la tabulación se recopiló datos para el cálculo posterior del número de los clientes con los que se iniciara la implementación de la red propuesta, también se obtuvo el porcentaje de la aceptación de la tecnología GPON en la ciudad, de disponer de los servicios de internet, telefonía y televisión a través de un solo medio.

De un total de población de 5732 personas que cuenta la ciudad de Alausí (sector urbano) según las estadísticas proporcionadas por el INEC y según la realización de las encuestas a un muestreo de 374 personas, los resultados de la demanda del servicio se presenta a continuación:

Demanda Insatisfecha en (%) = 87% Para el servicio Triple Play

En donde la demanda insatisfecha de los servicios Triple Play es el 87% de la población total en el sector urbano (5732) que es igual a 4987 abonados, que están dispuestos a contratar el servicio y a su vez es el número de clientes con los que se espera contar una vez operativa la red. En base a este número de clientes se procedió a realizar el diseño.

2.1.7 Proyección de la Demanda

Mediante la utilización secundaria (INEC, CEDATOS) se obtiene un crecimiento poblacional del 0,8%, en base a esta información, se procedió a establecer la demanda proyectada para lo cual se hará una proyección para 10 años siguientes, partiendo de una demanda efectiva de 5732 y empleando el Método de Regresión Exponencial, que permita generar datos estimados de la población del sector en los siguientes 10 años, como se muestra a continuación.

$$C_n = C_o (1 + i)^n$$

Donde

C_n = Último dato obtenido

C_o =Primer dato obtenido

i = Tasa de Crecimiento

n = Todo el rango de tiempo desde el primero hasta el ultimo

Tabla 17-2 Población estimada del sector

Año	Población Estimada del sector
2016	5778
2017	5824
2018	5871
2019	5918
2020	5965
2021	6013
2022	6061
2023	6109
2024	6158
2025	6207

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Finalmente con los valores de crecimiento de población se obtendrá el número de familias y de ellas se saca el 87% que es el porcentaje de demanda insatisfecha en el sector, como se muestra en la Tabla 18-2.

Tabla 18-2 Demanda Proyectada del servicio Triple Play

Año	Población Estimada del sector	Número de familias	% Demanda Insatisfecha	Demanda proyectada
2016	5778	1445	87	1257
2017	5824	1456	87	1267
2018	5871	1468	87	1277
2019	5918	1480	87	1287
2020	5965	1491	87	1297
2021	6013	1503	87	1308
2022	6061	1515	87	1318
2023	6109	1527	87	1329
2024	6158	1540	87	1339
2025	6207	1552	87	1350

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

En la siguiente figura se muestra el crecimiento de la Demanda Proyectada del servicio Triple Play en la ciudad de Alausí (sector urbano).



Figura 10-2 Gráfica del crecimiento de la demanda proyectada

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.2 MEMORIA TÉCNICA

2.2.1 Estudio y diseño de la red de acceso de planta externa GPON en la zona urbana del cantón Alausí

Introducción

El software utilizado para el desarrollo del diseño es AutoCAD, que tiene como objetivo principal el diseño de planos y para ello ofrece una extensa librería de recursos como colores, grosor de líneas y texturas utilizables para tramados, utiliza un sistema de capas lo que le permite una libertad de trabajo única ya que mediante su utilización se podrá tener bien organizados los diferentes elementos que conforman la pieza o plano que se esté desarrollando. Con la finalidad de que la Zona Urbana de la Ciudad de Alausí pueda disponer de servicios de telecomunicaciones, se realizó el estudio y diseño del presente proyecto de Ingeniería de Red de Telecomunicaciones con tecnología FTTH, mediante las redes GPON.

Los criterios de diseño y la posterior implementación del mismos se fundamentan en: las recomendaciones y estándares aprobadas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT O ITU) en la serie G (Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales) y cumpliendo las normas exigidas por la CNT EP. Actualmente ésta ciudad se encuentra con viviendas existentes, por lo que el proyecto está diseñado y proyectado para su implementación inmediata.

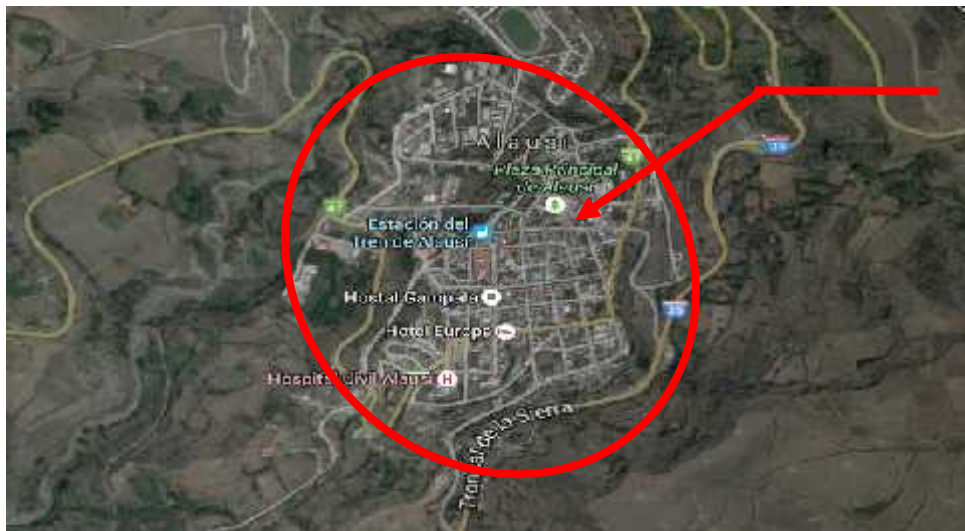


Figura 11-2 Zona urbana de la ciudad de Alausí

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2016

2.2.2 Diseño georreferenciado

Se debe obtener la planimetría georreferenciada del área o zona donde se va a desarrollar el diseño mediante fuentes confiables: IGM, INEC, Municipios, Consejos Cantonales, entre otros.

Mientras mayor información se pueda conseguir en los planos como la ubicación de puntos referenciales relevantes (Lotización, escuelas, oficinas públicas, ríos, quebradas, etc.) y todos aquellos puntos de orientación que ayuden al futuro constructor a ubicarse fácilmente en el terreno mayor será la eficiencia del diseño. Es importante señalar que una vez conseguida la planimetría digital se debe verificar que esté en escala 1:1 ya que de esta manera se garantiza que las distancias y longitudes sean reales. En este caso se obtuvo la planimetría de la zona urbana de la ciudad de Alausí como se puede observar en la figura 12-2.



Figura 12-2 Planimetría de la zona urbana de la ciudad de Alausí

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Posteriormente se actualiza la planimetría, esta actividad consiste en visitar la ciudad de Alausí donde se ubica la demanda, recorriendo cuadra por cuadra anotando en un plano o en un formato de toma de datos los posibles clientes de cada uno de los lotes o viviendas existentes, como se muestra en la figura 13-2. El diseño será más preciso mientras mayor información se pueda obtener.



Figura 13-2 Lotización o censo de abonados en la ciudad de Alausí (zona urbana)

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.2.3 Zona de cobertura y demanda

Para dar el servicio FTTH a la zona Urbana de Alausí se realizó el siguiente estudio de demanda proyectada para 10 años:

Tabla 19-2 Demanda Proyectada del servicio FTTH

Año	Población Estimada del sector	Número de familias	% Demanda Insatisfecha	Demanda proyectada
2016	5778	1445	87	1257
2017	5824	1456	87	1267
2018	5871	1468	87	1277
2019	5918	1480	87	1287
2020	5965	1491	87	1297
2021	6013	1503	87	1308
2022	6061	1515	87	1318
2023	6109	1527	87	1329
2024	6158	1540	87	1339
2025	6207	1552	87	1350

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.2.4 Planta externa

Tabla 20-2 Planta Externa servicio FTTH

FDH A INSTALAR	CAPACIDAD POR FDH	HILOS FEEDER	SPLITTERS ÓPTICOS	TIPO DE SPLITTERS
1	288 hilos	9 hilos	9	1 : 32

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.2.5 Consideraciones de diseño

De acuerdo a la normativa vigente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, se considerará el modelo de diseño Masivos/Casas utilizando 1 nivel de splitteo de 1:32, la distancia con el máximo presupuesto óptico a cubrir desde la OLT ubicada en la central Alausí Centro hasta el FDH, es de aproximadamente 0,370 km, de ahí hasta la Roseta más alejada del FDH se tiene 0,920 km adicionales, dando un total de 1,290 m que se encuentra dentro del rango permitido por la normativa vigente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

2.2.6 Componentes de la Red

De acuerdo a las exigencias de la CNT EP se emplearán:

Tabla 21-2 Componentes de la red

FIBRA ÓPTICA	ITU-T G.652D de 24,48, 96 y 144 hilos. ITU-T G.657A Drop de 2 hilos.
EMPALMES	Mangas subterráneas tipo domo para fusión: 1 de 288 hilos, 1 de 96 hilos, 1 de 48 hilos y 1 de 24 hilos.
FDH	Gabinete de 288 puertos ópticos, con capacidad hasta 12 splitters conectorizados.
SPLITTER	9 splitters para fusión de 1:32
NAP	Caja de Distribución aéreas: Capacidad 12 puertos.
ROSETA ÓPTICA	Capacidad de 2 hilos, incluye adaptadores SC/APC, pigtails y manguitos de protección.
PATCH CORDS	Dúplex SC/APC de 5m.
ONT	Terminales de red ópticos proporcionados por la CNT EP.

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED

2.3.1 Red de fibra óptica FEEDER

El cable de fibra óptica troncal o 2.FT01 de 144 hilos de capacidad, va a estar instalado en forma totalmente canalizada, partiendo desde la OLT ubicada en la central Alausí Centro, como se muestra en la figura 14-2.

A la OLT se designa una numeración secuencial de acuerdo al orden de instalación, es decir el identificador de la OLT es:

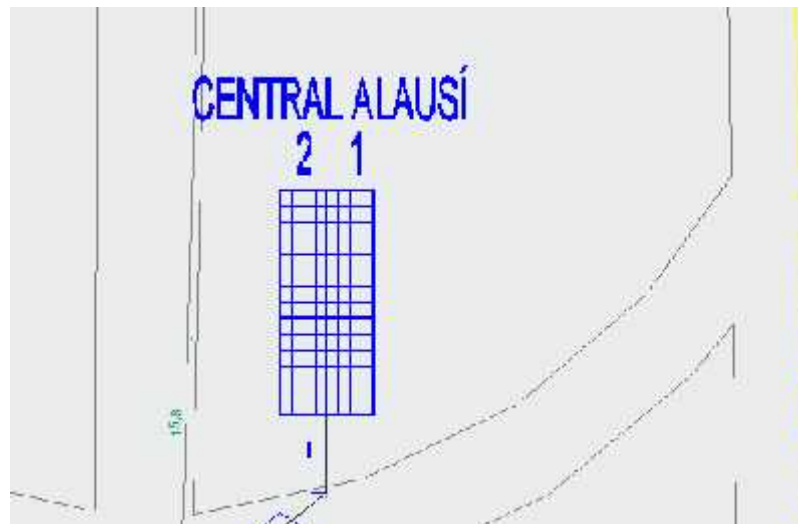
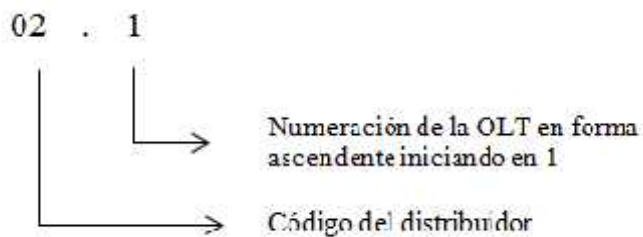


Figura 14-2 Ubicación de la OLT.

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

La red feeder recorre la calle Antonio Mora hasta la calle Ricaute, continua su recorrido por la calle Ricaute hasta llegar a la calle García Moreno, recorre esta calle hasta llegar a la calle Sucre, siguiendo la trayectoria por la calle denominada 16 y termina su recorrido en el By pass de la ciudad.

Para dar el servicio al distrito número 2 de la ciudad de Alausí se sale con un cable de 144 hilos hasta llegar a una manga troncal denominada MT01, la identificación de las mangas será desde

el más cercano a la OLT, es decir, las mangas más próximas a la central tienen la numeración más baja, como se muestra en la figura 15-2.

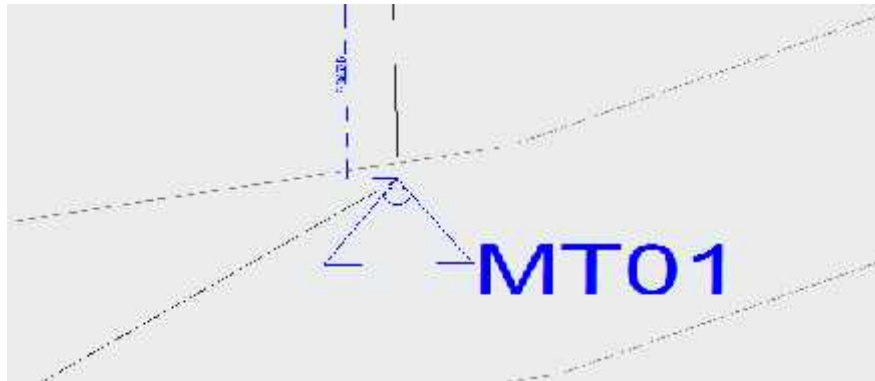


Figura 15-2 Manga Troncal 01

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Desde esta manga troncal se derivará una extensión de Feeder con un cable saliente de 48 fibras ópticas. Este cable de 48 hilos recorrerá la calle Antonio Mora hasta llegar a la calle Esteban Orozco, continuará su recorrido por ésta calle hasta llegar al pozo telefónico denominado PZ_39 ubicado en la intersección con la calle García Moreno.

En el pozo PZ_39 se proyecta colocar una manga troncal denominada MT02 que habilitará el armario óptico denominado FDHXX, en dicha manga se proyecta la fusión de los hilos 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 y 9 del cable de 48 hilos de fibra óptica perteneciente a la extensión de feeder con los hilos 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 y 9 del cable de 24 hilos del FDHXX para habilitar de esta manera los 9 splitters proyectados. Como se muestra en la figura 16-2.

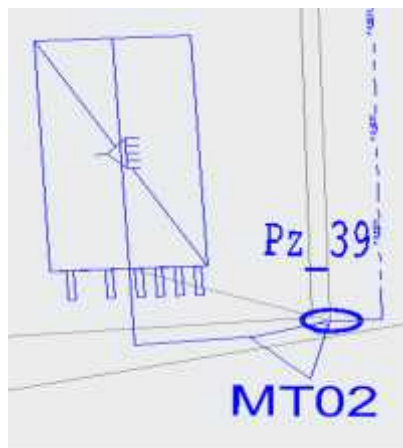


Figura 16-2 Manga troncal 02

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Se considera por cada 500 m de fibra óptica una reserva de 20 metros, la longitud del cable de fibra óptica para realizar empalmes canalizados, es de 15 m por punta del cable de derivación y 30 metros del cable a sangrar.

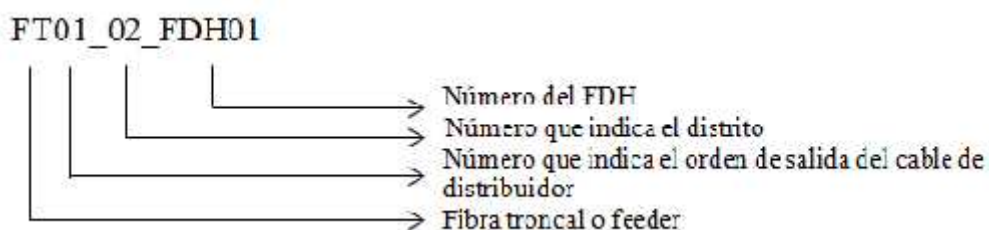
2.3.2 Red de Distribución

Se tomó como ejemplo al distrito 2, por ser uno de los sectores más comercial de la ciudad de Alausí en donde se encuentra el mayor número de clientes entre masivos y corporativos.

La demanda de la localidad de Alausí, en el Distrito limitado por las calles AV. 5 DE JUNIO, COLOMBIA, COLOMBIA, PEDRO DE LOZA, que serán atendidas desde la OLT ALAUSI_CENTRO_01 fue establecida de acuerdo al estudio realizado visitando el sitio, recorriendo cuadra por cuadra anotando en un plano los posibles clientes de cada uno de los lotes o viviendas existentes en el distrito.

Como resultado del estudio se obtuvo una demanda aproximada de 288 usuarios masivos existentes. Partiendo de esta demanda, se colocará el Armario 2.FT01_XX con capacidad de 288 hilos, alojará 9 SPLITERS de 1:32, como se muestra en la figura 17-2.

El Armario 2.FT01_XX se debe colocar en un punto lo más céntrico posible dentro de su área de cobertura de máximo 1 km. Se identifica mediante la secuencia FT, seguido del orden de salida de cable o ruta (01), número del distrito y número del FDH.



En el pozo Pz_39 que da servicio al armario, se colocará una manga de distribución MD01 para realizar la fusión de los dos cables de 144 hilos que sale del armario, con 3 cables de 96 hilos, para dar servicio a las NAP's de 12 puertos aéreas que se ubicarán en los diferentes postes telefónicos y eléctricos dentro del distrito 2 de la ciudad de Alausí.

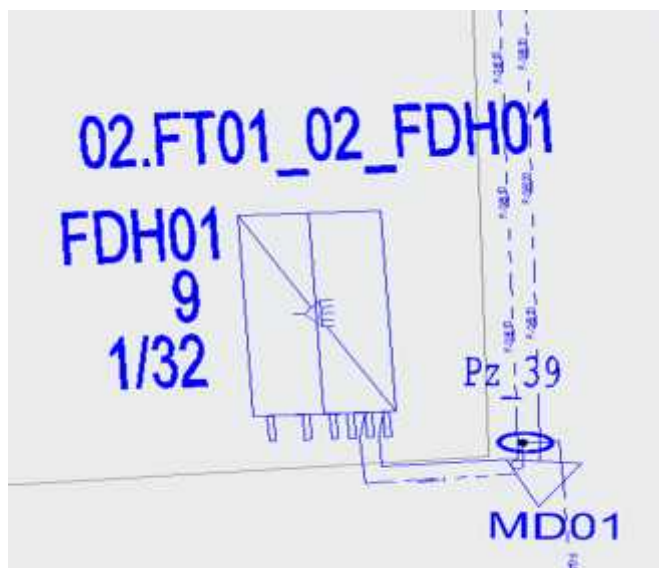


Figura 17-2 Colocación FDH y Manga de Distribución 01
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

El primer cable de 96 hilos servirá para habilitar dos series completas de 4 NAP's de 12 puertos denominadas serie (A-B), el segundo cable de 96 hilos habilitara la serie (C-D) y el tercer cable de 96 hilos habilitara la serie (E-F), recorriendo por los postes existentes que se encuentran en el distrito de la ciudad, como se ve en la figura 19-2.

La identificación de las cajas será desde la contorno de la urbanización hacia el FDH en forma ascendente, es decir, la primera NAP de 12 hilos del grupo será la más lejana del FDH y corresponderá al número 1 y se arma con el primer buffer de la fibra que le alimenta, es decir llevan los primeros hilos de fibra.

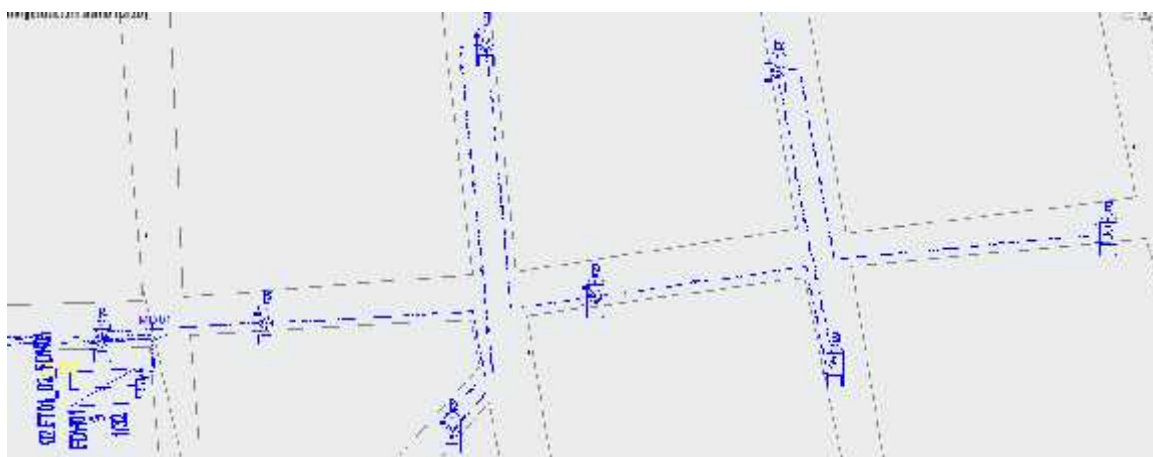


Figura 18-2 Serie de NAP's (E-F)
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.3.3 Recorrido de la Red de Dispersión

El recorrido de la red de Dispersión, comprende el tendido del cable de acceso desde la caja terminal (NAP's), hasta la roseta óptica del abonado. La red de dispersión no deberá sobrepasar los 150 metros de distancia. No se deberá cruzar una vía principal o carretera de alto tráfico con cables de acometida aéreos, en este caso se deberá instalar una NAP al otro lado de la vía principal.

El tendido se lo realizará a través de la infraestructura de ingreso proyectada hacia el interior de la casa del abonado, sean estas escalerillas o ductos (manguera negra reforzada de 32mm - 1”), todo esto en conformidad con los requisitos exigidos por el cliente.

Dentro de las dependencias del cliente se debe guiar la acometida por grapas plásticas con clavos de acero para concreto, que se fijarán a no más de 40cm, cada uno. En casos excepcionales se instalará canaletas de 10x10mm siempre a solicitud del abonado.

La roseta que se instalará en cada vivienda, es básicamente una caja de distribución óptica más pequeña con una capacidad de dos empalmes, ahí se empleara el filamento del cable drop acometida, con el filamento del pigtail conectorizado con un terminal SC-APC hembra incorporado en la roseta óptica.

La ubicación final de la roseta, tendrá como criterio, primero el largo del jumper que provee la ONT, por lo tanto la roseta no deberá quedar a más de dos metros (2mts) de la ubicación definitiva del terminal ONT.

2.3.4 Red de canalización

El cable de fibra óptica hará su recorrido por la canalización telefónica existente en la ciudad de Alausí. La canalización comprende a pozos telefónicos sean estos de 48, 80 bloques, a pozos de mano de 60x60x65, para la comunicación entre los pozos de 48, 80 bloques y pozos de mano existentes al interior de la ciudad se utiliza tubería tipo PVC de 4” (110mm) de diámetro – 2 vías y 4 vías.

Los tramos de canalización se interconectan por medio de pozos (cámaras) en forma descriptiva. En la canalización la longitud máxima será 100m entre pozos. Los ductos para canalización de fibra óptica tienen diferentes presentaciones. Generalmente para instalaciones de cable de fibra

óptica se ejecuta el rubro de instalación de subducto (en sus presentaciones de triducto, biducto, monoducto o una instalación mixta), como se muestra en la Figura 20-2.

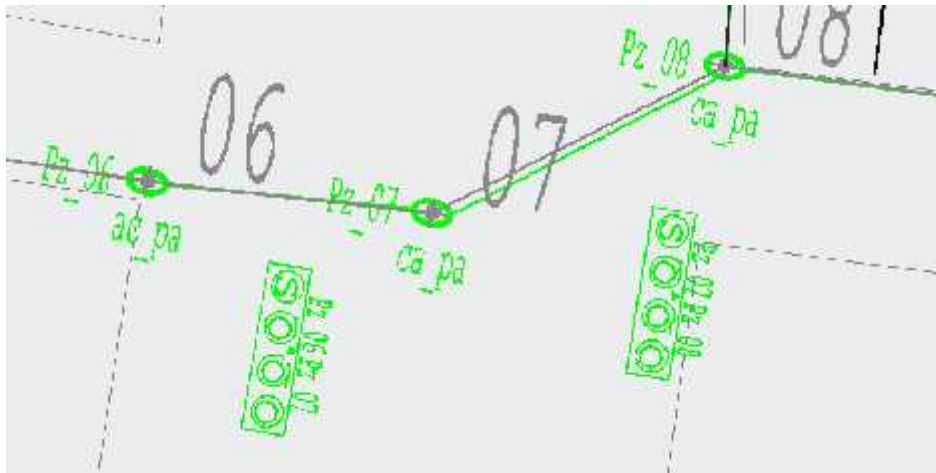


Figura 19-2 Canalización cuatro ductos
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

2.4 ESQUEMA DEL DISEÑO DE RED DE PLANTA EXTERNA GPON DISTRITO DOS

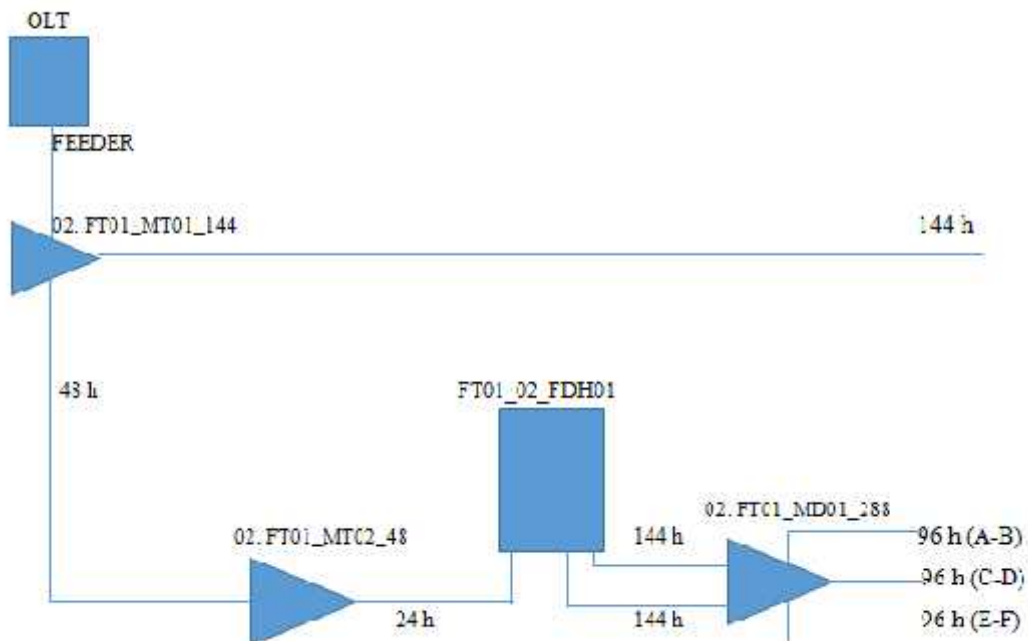


Figura 20-2 Esquema Red de acceso planta externa GPON para atender al Distrito Dos.
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

CAPITULO III

3 MARCO DE RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación desarrollada. Se presenta la encuesta realizada a los habitantes de la ciudad en base a la cual se realizó el análisis de mercado, se expone el cálculo del presupuesto óptico del distrito dos para la distancia máxima y mínima de enlace, posteriormente se presenta el volumen de obra de la red Feeder y Red de Distribución, detallando la cantidad de los materiales necesarios para valorar un diseño de ODN.

También se detalla el costo-beneficio del distrito dos del proyecto, obteniendo el tiempo en el cual la empresa CNT E.P recuperará la inversión hecha para dotar del servicio GPON a los clientes de este distrito. El capítulo termina con la presentación del diseño de la red de acceso de planta externa GPON de la ciudad de Alausí y con el cronograma de las actividades realizadas para alcanzar el objetivo general planteado al inicio de este proyecto.

Cabe recalcar que en el presente proyecto se tomó como muestra al distrito dos de la zona urbana de la ciudad de Alausí, teniendo en cuenta que el mismo procedimiento realizado en este distrito se realizara en los otros distritos de la ciudad, obteniendo resultados similares a los detallados a continuación.

3.1 ENCUESTA ESTUDIO TECNOLOGÍA GPON

Encuesta realizada a los habitantes de la ciudad en base a la cual se realizó el análisis de mercado.

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación del cambio de tecnología y la calidad de servicios brindado por la empresa CNT-EP - Alausí.

Sexo del encuestado:	Femenino	<input type="checkbox"/>	Masculino	<input type="checkbox"/>
Tipo de Cliente:	Masivo	<input type="checkbox"/>	Corporativo	<input type="checkbox"/>

1. Con que servicios cuenta Ud. al momento?

- a) INTERNET. ☐
- b) TELEFONIA ☐
- c) TELEVISIÓN PAGADA. ☐

d) NINGUNA ☐

2. **Considera que los servicios con los que cuenta son indispensables para el desarrollo de su diario vivir?**

- a. Sí. ☐
b. No. ☐

3. **Realiza Ud. Video llamadas a través de diferentes aplicaciones como Facebook, Skype, entre otros?**

- a) Sí. ☐
b) No. ☐

Está conforme con la calidad de servicio

4. **Que calificación le da usted a la calidad de los servicios brindados por parte de la empresa CNT?**

- a) Excelente. ☐
b) Bueno. ☐
c) Regular. ☐
d) Malo. ☐

5. **Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet (CLIENTES CORPORATIVOS)**

- a) Modem ADSL (línea telefónica). ☐
b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular. ☐
c) Inalámbrica (enlace microondas). ☐
d) Fibra óptica ☐

6. **Cree usted que el costo, en relación a la calidad de los servicios recibidos es?**

- a) Excesivo. ☐
b) Normal. ☐
c) Bajo. ☐

7. **Usted contrataría un paquete de internet con mayor velocidad y mejor calidad de servicio?**

- ☐ SI
☐ NO

8. **Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (fibra óptica). ?**

- a) Sí. ☐
b) No. ☐

3.2 PRESUPUESTO ÓPTICO

Los elementos que aportan a la atenuación de la señal son: los ODFs, los conectores, las fusiones, los splitters cuya atenuación depende del número de puertos en que se divida la señal; y la FO propiamente dicha, cuya atenuación depende de la longitud de onda de medición.

La atenuación máxima de la red ODN no debe superar los 25 dB. Esta restricción obedece a los umbrales de trabajos de los equipos OLT y ONT, para lo cual se considera el peor caso en cuanto a niveles de atenuación.

3.2.1 Modelo establecido para modelo casas (más de 96 clientes) splitter conectorizados



Armario de distribución óptica (FDH): 2.FT01_XX_A1

Margen de atenuación máximo establecido: 25 dB.

3.2.2 Calculo Presupuesto Óptico para distancia máxima del Distrito 2

Tabla 1-3 Presupuesto óptico distancia máxima del Distrito dos

ELEMENTO		Cantidad	Atenuación típica Att (dB)	Total Att (dB)
Conectores (mated)		9	0,50	4,50
ITU671=0.5Db				
Empalmes de fusión		8	0,10	0,80
ITU751=0.1db promedio				
Empalmes mecánicos ITU			0,30	0,00
751=0.3dB promedio				
Splitters	1x2		3,50	0,00
	1x4		7,00	0,00
	1x8		10,50	0,00
	1x16		14,00	0,00
	1x32	1	17,50	17,50
	1x64		21,00	0,00
Fibras longitudes de onda	1310nm		0,35	0,00
	1490nm		0,30	0,00
	1550nm	1,4	0,25	0,35
TOTAL (dB)				23,15

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Calculo con Máximo DROOP

Feeder	453 m
Distribución	920 m
Drop	80 m
TOTAL	1453 m

3.2.3 *Calculo Presupuesto Óptico para distancia mínima del Distrito 2*

Tabla 2-3 Presupuesto óptico distancia mínima del Distrito dos

ELEMENTO		Cantidad	Atenuación típica Att(dB)	Total Att(dB)
Conectores (mated) ITU671=0.5Db		9	0,50	4,50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db promedio		8	0,10	0,80
Empalmes mecánicos ITU 751=0.3dB promedio			0,30	0,00
Splitters	1x2		3,50	0,00
	1x4		7,00	0,00
	1x8		10,50	0,00
	1x16		14,00	0,00
	1x32	1	17,50	17,50
	1x64		21,00	0,00
Fibras longitudes de onda	1310nm		0,35	0,00
	1490nm		0,30	0,00
	1550nm	0,49	0,25	0,12
TOTAL (dB)				22,92

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Calculo con Mínimo DROOP

Feeder	453 m
Distribución	23 m
Drop	15 m
TOTAL	491 m

3.3 VOLUMEN DE OBRA

Los Volúmenes de Obra corresponden a la cantidad de mano de obra y material necesarios para valorar un diseño de ODN, muy bien especificado y cuantificado con su correcta unidad.

3.3.1 Red FEEDER

Central: 02

Feeder: FT01

Tabla 3-3 Volumen de obra Red Feeder

ITEM	UNIDAD DE PLANTA	U	CANTIDAD
1	FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	9,00
2	PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	2,00
3	PREPARACION DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA OPTICA Y SUJECION DE CABLES DE 6 - 96 HILOS	U	2,00
4	PRUEBA REFLECTOMÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTOMETRICA	HILO	9,00
5	PRUEBA DE POTENCIA	HILO	9,00
6	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO FTTH DE 288 PUERTOS	U	1,00
7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U	12,00
8	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 48 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	1,00
19	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 144 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	1,00
10	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER MODULAR (1X32) CONECTORIZADO EN ARMARIO	U	4,00

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

3.3.2 Red de Distribución

Central: 02

Feeder: FT01

Tabla 4-3 Volumen de obra Red de Distribución

ITEM	UNIDAD DE PLANTA	U	CANTIDAD
1	FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	288,00
2	FUSION DE HILO DE FIBRA OPTICA CON PIGTAIL	U	288,00
3	PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	8,00
4	INSTALACION Y SUMINISTRO DE MANGUERA CORRUGADA DE 3/4"	M	71,00
5	PREPARACION DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA OPTICA Y SUJECION DE CABLES DE 144 A 288 HILOS	U	2,00
6	PREPARACION DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA OPTICA Y SUJECION DE CABLES DE 6 - 96 HILOS	U	6,00
7	PRUEBA DE POTENCIA DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA GPON	HILO	288,00
8	PRUEBA REFLECTOMÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTOMETRICA	HILO	288,00
9	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA CANALIZADO DE 6 – 48	U	21,00
10	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA NAP DE 12 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	24,00
11	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U	50,00
12	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ADOQUÍN DE CEMENTO	U	1,00
13	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA CON TUBO EMT DE 3 M DE 2"	U	1,00
14	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 288 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	1,00
15	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 96 HILOS G.652.D VANO 80 METROS	M	2521,26

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

3.3.3 Costo-Beneficio Distrito dos del Proyecto

Considerando las condiciones del mercado actual en el distrito dos en cuanto al uso de los servicios Triple Play, se establece el costo/beneficio en base a los requerimientos de las familias como potenciales usuarios.

El costo–beneficio aproximado que obtendrá la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. viene dado por el número de usuarios de distrito dos que proyectadamente van a utilizar la red de acceso y el costo mensual que se cobrará a cada uno de ellos, obteniendo así un ingreso mensual.

Tabla 5-3 Ingresos Mensual

NÚMERO DE ABONADOS DISTRITO DOS	COSTO MENSUAL DE SERVICIO	INGRESO MENSUAL
288	\$ 28,00	\$ 8.064

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Al dividir el costo total proyectado de la red para el ingreso mensual, nos da un valor de 6 meses aproximados en los cuales se recuperaría la inversión hecha en el distrito dos de este proyecto.

Tabla 6-3 Beneficios primer año

NÚMERO DE ABONADOS	INGRESO ANUAL	COSTO TOTAL DE LA RED DE ACCESO	BENEFICIO PRIMER AÑO
288	\$ 96.768	\$ 42.605,66	\$ 54162,34

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Diseño Red de Dispersión



Figura 3-3 Diseño Red de Dispersión
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

Diseño de Canalización



Figura 4-3 Diseño Red de Canalización
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

3.3.5 Cronograma de Trabajo

Tabla 7-3 Cronograma de Trabajo

ACTIVIDADES	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				
SFMANIAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Estudio de la tecnología y arquitectura de la red de acceso de planta externa GPON.	x	x	x	x	x	x	x																										
Recopilación de información necesaria para el desarrollo del estudio del mercado obteniendo la demanda existente en la ciudad.								x	x	x	x	x	1	x																			
Elaboración del diseño de Red de Distribución Óptica (ODN) GPON														x	x	x	x	x	x	x	x	x											
Revisión del documento de tesis																					x	x	x	x	x	x	x						
Presentación del trabajo de titulación																														x	x	x	

Realizado por: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

CONCLUSIONES

- GPON ofrece características avanzadas de transmisión a altas capacidades, maneja velocidades de 2,4 Gb de bajada y 1,4 Gb de subida los cuales permite beneficiar a los servicios de transmisión de información, VOIP, IPTV y aplicaciones en internet
- Para los usuarios de la ciudad de Alausí es indiferente la infraestructura mediante la cual se le provea los servicios que solicitan, lo que requieren es disponer de nuevos y mejores paquetes en cuanto a velocidad de navegación, por este motivo se realizó exitosamente el diseño de una red de acceso de fibra óptica FTTH (hasta el usuario final) utilizando el estándar GPON para clientes masivos y corporativos que permite brindar servicios convergentes como Triple Play (telefonía, internet y televisión). Permitiendo satisfacer las necesidades de los posibles usuarios y aplicaciones que requieren mayor ancho de banda.
- GPON es vulnerable a accidentes en su infraestructura exterior, al ser una topología tipo rama; así pues, al caer un hilo principal de fibra, éste causaría que un cierto número de usuarios quede sin el servicio, pero se lo puede solucionar con personal y equipos especializados para reducir tiempos de respuesta ante fallas y cortes.
- Una vez realizado el estudio de mercado con el resultado de la encuesta se determinó que existen un total de 1257 posibles usuarios potenciales iniciales que requieren de la Tecnología GPON, dejando abierta la posibilidad para más usuarios a futuro, considerando una proyección de la demanda total de 1350 a 10 años.
- Mediante el análisis económico (del distrito dos) del proyecto con un precio mensual de \$ 30,00 por usuario residencial, se determina que el proyecto es factible, ya que se recupera en su totalidad la inversión realizada en poco tiempo.
- Del estudio realizado se concluye que es factible técnicamente, ya que la arquitectura FTTN tiene el propósito fundamental de abaratar costos para los usuarios y además utilizar la tecnología y tendido de cobre existente, como canalización, postes de distribución, etc. y se cuenta con empresas proveedoras que brindan los equipos necesarios para la implementación de esta red.

- Se llegó a la conclusión de que el diseño propuesto, así como el cálculo respectivo y los parámetros establecidos, son criterios aplicables en redes de acceso de fibra óptica para casas, edificios, urbanizaciones y otras diferentes infraestructuras civiles que requieran fibra óptica hasta el usuario final.
- Finalmente, se concluye que se ha cumplido con entera satisfacción los objetivos principales del presente trabajo de titulación, que se deriva en un documento que permite ampliar los conocimientos de las redes FTTH-GPON y que sirva como manual a los proyectistas de redes de accesos que deseen diseñar redes de fibra óptica hasta el usuario final.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de la red GPON, debido a su gran ancho de banda, seguridad y principalmente bajo costo; sin embargo, quedará como elección del diseñador seleccionar correctamente de acuerdo a las necesidades que se requiera satisfacer.
- Es necesario que se garantice a la población, usuarios y abonados la calidad y disponibilidad del servicio garantizando así la confianza en un sistema seguro, por lo que se recomienda implementar esta nueva red en el menor tiempo posible ya que se lo considera rentable. Según los resultados obtenidos en el costo- beneficio del distrito dos de la ciudad el proyecto es viable.
- Se recomienda el mantenimiento constante de la red GPON tanto en su línea de tendido como en sus respectivos componentes desde la oficina central hacia cada uno de los puntos, como los splitters, Armarios FDH, Caja de Distribución Óptica, etc., hasta el usuario final.
- La distancia máxima de la red ODN, es decir, la distancia o longitud de tendido de fibra óptica entre la OLT y ONT no debe superar los 20 Km esta medida es un valor definido para el estándar GPON, sin embargo CNT se plantea modelos GPON en los cuales la longitud de tendido de fibra óptica entre la OLT y ONT no debe superar los 6 Km, esta longitud depende de la potencia de transmisión q tiene el equipo OLT.
- Se debe tener en cuenta que el cálculo de la atenuación máxima del enlace, no debe sobrepasar los 28 dB, esta restricción obedece a los niveles de umbral o valor de potencia en el que va enganchar el enlace de trabajo de los equipos OLT y ONT, q son -28 y -27 respectivamente.
- Con el fin de no introducir pérdidas adicionales no consideradas, se recomienda tener los cuidados propios de la manipulación y operación de fibra óptica, por ejemplo, limpieza de conectores, cortes de fibra compatible, etc.
- Para la presente investigación sólo se permiten dos niveles de “splitters”, un tercer nivel de “splitters” aumenta las perdidas y reduce la distancia del enlace de fibra óptica.

- Se debe tener mucho cuidado el momento de realizar fusiones o empalmes ya que una red que funcione correctamente se debe a una correcta implementación del tendido de fibra óptica.

BIBLIOGRAFIA

AÑAZCO AGUILAR CRISTHIAN OSWALDO. “*Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON*”. (Tesis de Maestría en Telecomunicaciones). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2013. pp. 75, 76, 77, 81, 82, 83, 88, 92
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf>

GOMEZ M & MOREJON A. “*estudio y diseño de una red de acceso GPON para los servicios de telecomunicaciones Triple Play (voz, video y datos) en el sector oriental de la ciudad de Riobamba*”. (Tesis de Ingeniería Electrónica). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 24-26, 36-43, 51-52
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2911/1/98T00026.pdf>

SUÁREZ BRAVO EDISON JAVIER. “*Estudio y Diseño de una red de Planta Externa con Fibra Óptica y su integración a un equipo GPON para brindar servicios TRIPLE-PLAY*”. (Tesis de Ingeniería en Electrónica Digital). Universidad Tecnológica Israel. Quito, Ecuador. 2015. pp. 15-23
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/705/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-126.PDF>

VALLEJO ESPINOSA REGIS DANNY. “*Diseño de una red de última milla con tecnología GPON para la parroquia Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito*”. (Tesis de Ingeniería de sistemas en Telecomunicaciones). Universidad Internacional SEK. Quito, Ecuador. 2013. pp. 8, 9, 25, 26, 27
<http://repositorio.uissek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/527/1/%E2%80%9CDise%C3%B1o%20de%20una%20red%20de%20%C3%BAltima%20milla%20con%20tecnolog%C3%ADa%20GPON%20para%20la%20parroquia%20Cumbay%C3%A1%20en%20el%20Distrito%20Metropolitano%20de%20Quito.pdf>

ADEKS. *Redes de Acceso, Tecnologías FTTX*. 2011. [blog]. [Consulta: 2015-10-10]
<http://adcs7.blogspot.com/2011/04/tecnologias-fttx.html>

INFORMADOR.MX. “*Qué es el Triple Play*”. [en línea], (Guadalajara, Jalisco), pp. 1-3. [Consulta: 2015-10-12]. Disponible en:
<http://www.informador.com.mx/economia/2010/205057/6/que-es-el-triple-play.htm>

LAURA XIMENA. *Redes Convergentes.* 2009. [blog]. [Consulta: 2015-10-12]
<http://laurapita.blogspot.com/2009/03/redes-convergentes.html>

ECUADOR-NORMATIVA PARA GPON CNT E.P. *Normativa de diseño de planta externa con plataformas de acceso exterior para despliegues de red con tecnología VDSL/FTTC. Riobamba-Ecuador. 2015. pp.1-72.*

ECUADOR-NORMATIVA PARA GPON CNT E.P. *Normativa de instalaciones para clientes finales en redes FTTH – GPON. Capítulo 3. Despliegue de red ODN GPON-FTTH. Riobamba-Ecuador. 2015. pp.1-31.*

ECUADOR-NORMATIVA PARA GPON CNT E.P. *Normativa de diseño de planta externa con fibra óptica ODN – (Optical Distribution Network).Capítulo 3. Diseño de ODN-FTTH (Optical Distribution Network - Fiber to the Home). Riobamba-Ecuador. 2015. pp.1-97.*

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON ALAUSI

http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660000440001_DIAGNOSTICO_16-03-2015_16-45-37.pdf

2015-12-11

EL OTDR Y LA FIBRA ÓPTICA

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp/capitulo4.pdf

2015-11-27

ESTUDIO DE GEPON, ESTANDAR ITU-T G.984.x

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2638/4/T-ESPE-029828-1.pdf>

2016-01-28

ESTUDIO DE MERCADO

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/448/3/02%20ICA%20076%20TESIS%20CAPITULO%20II.pdf>

2015-12-09

ING. MIGUEL LATTANZI & LIC. AGUSTÍN GRAF. *Redes FTTX*

<http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>

2015-11-09

LA CONVERGENCIA DE MEDIOS "TRIPLE PLAY

<http://www.monografias.com/trabajos43/triple-play/triple-play.shtml>

2015-10-12

LÓPEZ A. & MACEA E. *FTTX*

<https://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx>

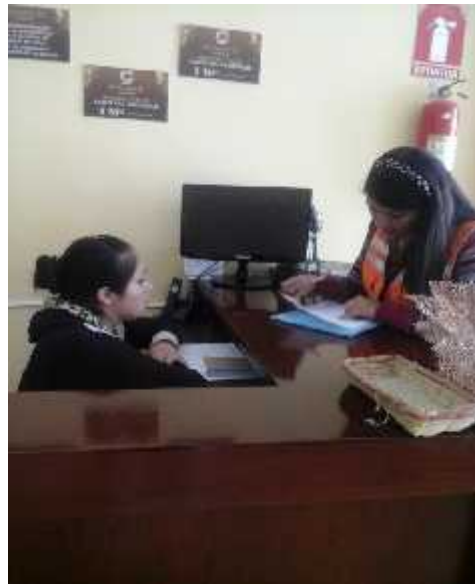
2015-11-11

TEPAN ALFREDO. *TECNOLOGÍA Y ARQUITECTURA DE LAS REDES ÓPTICAS GPON*

<http://es.scribd.com/doc/253064732/Red-Gpon-pdf#scribd>

2015-11-20

ANEXOS



Anexo 1 Realización de Encuestas

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Anexo 2 Muestra de posterío en donde se ubicarán las NAPS
Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015

FEEDER



Anexo 3 Calle Antonio Mora

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Anexo 4 Calle Ricaute

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Anexo 5 Calle García Moreno

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Anexo 6 Calle Sucre

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Anexo 7 Calle 16

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015



Anexo 8 By Paz

Fuente: VILLACRÉS, Jimena; MURIEL, Ana, 2015